

Provincia di ENNA - Comune di ENNA



DATA	REV	OGGETTO REVISIONE:
Committente:  X-ELIO ENNA 2 S.R.L. Corso Vittorio Emanuele, 349 00186 Roma P.IVA: 17129771006 www.x-elio.com		Sviluppo e Progettazione:  GEOSTUDIOGROUP S.T.P. - S.R.L. GEOSTUDIOGROUP STP S.r.l. Via Dott. Lino Blundo n.3 97100 Ragusa (RG) P.IVA: 01635940883 www.geostudiogroup.net
OPERA: Progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato "ENNA 2" della potenza di 42 MW in A.C. e 50 MWp in D.C. con sistema di accumulo integrato da 21 MW e di tutte le opere connesse ed infrastrutture da realizzarsi nel Comune di Enna (EN).		TITOLO: Relazione tecnica Progettista: Ing. Salvatore Camillieri
UBICAZIONE IMPIANTO Contrada Salsello Enna (EN)		
DATA:	SCALA	
08/08/2023	-	

Sommario

Sommario	2
1.PREMESSA	5
1.1 SIMULAZIONE PRODUCIBILITA' ED EMISSIONI EVITATE IN ATMOSFERA.....	6
1.2 RISPARMIO DI COMBUSTIBILE.....	8
2. DATI GENERALI DEL PROGETTO	9
3. NORMATIVE E LEGGI DI RIFERIMENTO.....	9
3.1 RIFERIMENTI NORMATIVI	9
4. DESCRIZIONE DEL SITO DI INTERVENTO	12
5. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	13
5.1. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO.....	13
5.2. DEFINIZIONI E TERMINOLOGIA.....	18
6. COMPOSIZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO	21
6.1 INSTALLAZIONE E POSA IN OPERA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	21
6.2 MODULO FOTOVOLTAICO	22
6.3 STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI	24
6.4 SPECIFICHE CAVI IN CORRENTE CONTINUA	25
6.5 CAVO BT DI POTENZA, SEGNALE, MISURA E CONTROLLO.....	28
6.6 QUADRI DI PARALLELO STRINGHE	29
6.7 POWER STATION - PS.....	29
6.8 OPERE ELETTRICHE	32
6.9 OPERE CIVILI.....	32
6.10 CAVI IN MEDIA TENSIONE.....	33
6.11 CABINA DI RACCOLTA E SERVIZI.....	34
6.12 QUADRO MEDIA TENSIONE	35

6.13	IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE.....	36
6.14	SOTTOSTAZIONE ELETTRICA MT/AT	36
6.15	IMPIANTO DI MESSA A TERRA.....	37
6.15.1	GENERALITA'	37
6.15.2	CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI	38
6.16	RECINZIONE DELL'IMPIANTO	39
6.17	SERVIZI AUSILIARI.....	39
6.18	SISTEMA DI PROTEZIONE E MONITORAGGIO	40
6.19	SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA	40
6.20.1	CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI STORAGE	41
6.20.2	CONTAINER	43
6.21	VERIFICHE TECNICHE FUNZIONALI	44
7.	ANALISI DELLE FASI DI LAVORO RIGUARDANTI SOLO L'AREA DELL'IMPIANTO FV E CONSEGUENTI INTERFERENZE CON I RICETTORI SENSIBILI.....	46
7.1	PREPARAZIONE DELLA VIABILITÀ DI ACCESSO AL CANTIERE E ALLE AREE DI STOCCAGGIO	46
7.2	IMPIANTO DEL CANTIERE E PREPARAZIONE DELLE AREE DI STOCCAGGIO	47
7.3	PULIZIA DEI TERRENI DALLE PIANTE INFESTANTI.....	48
7.4	PICCHETTAMENTO DELLE AREE INTERESSATE.....	48
7.5	LIVELLAMENTO DEI TERRENI INTERESSATI	48
7.6	RIFORNIMENTO DELLE AREE DI STOCCAGGIO E TRANSITO DEGLI ADDETTI ALLE LAVORAZIONI	49
7.7	MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE ATTREZZATURE ALL'INTERNO DEL CANTIERE.....	49
7.8	RECINZIONE DELLE AREE CHE DOVRANNO OSPITARE I PANNELLI	50
7.9	INFISSIONE DEI SUPPORTI NEL TERRENO.....	50
7.10	MONTAGGIO TELAI METALLICI DI SUPPORTO DEI MODULI	51
7.11	SCAVO TRINCEE, POSA CAVIDOTTI E RINTERRI PER TUTTA L'AREA.....	51
7.12	REALIZZAZIONE RETE DI DISTRIBUZIONE DAI PANNELLI ALLE POWER STATION (P.S.) E RISPETTIVO CABLAGGIO INTERNO.....	51
7.13	CABLAGGIO DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE DALLE CABINE DI CONVERSIONE/TRASFORMAZIONE E LA CABINA DI RACCOLTA.....	52

7.14	RIMOZIONE DELLE AREE DI CANTIERE E REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI MITIGAZIONE	52
7.16	GESTIONE ED ESERCIZIO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	53
8.	FASI DI DISMISSIONE DELL'IMPIANTO	55
8.1	PIANO DI DISMISSIONE - LE PARTI DELL'IMPIANTO.....	55
8.2	ANALISI CICLO DI VITA DEI MODULI FOTOVOLTAICI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	56
8.3	DESCRIZIONE DEL PIANO DI DISMISSIONE.....	56
8.4	CONCLUSIONI	58

1.PREMESSA

La società X-ELIO ENNA 2 S.R.L., con sede in Corso Vittorio Emanuele II n. 349, 00186 Roma, intende realizzare un impianto agrivoltaico della potenza totale di 50,076 MWp, sito in c/da Salsello del Comune di Enna (EN).

La società Terna spa, relativamente all'impianto in oggetto con Codice di Rintracciabilità: **202101507**, ha comunicato alla Società X-Elio Enna 2 s.r.l. la soluzione di allaccio (STMG) del suddetto impianto tramite collegamento con cavo interrato su strada pubblica in antenna a 150 kV con una nuova stazione di smistamento a 150 kV della RTN da inserire in entra – esce sulla linea RTN a 150 kV “ Nicoletti - Valguarnera”, che dovrà essere collegata, tramite due nuovi elettrodotto RTN a 150 kV, con una futura stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150 kV da inserire sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV “Chiaramonte Gulfi – Ciminna”, previsto nel Piano di Sviluppo TERNA

La Società X-Elio Enna 2 s.r.l., pertanto, ha incaricato la società Geostudiogroup stp s.r.l. nella redazione del progetto definitivo di un impianto agrivoltaico della potenza totale 50,076 MWp da realizzare in c/da Salsello del Comune di Enna (EN).

Con la realizzazione dell'impianto, denominato “Enna 2”, si intende conseguire un significativo risparmio energetico, inoltre, il progetto integra l'aspetto produttivo agricolo con la produzione energetica mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal sole.

La Società Proponente ha incluso, come parte integrante nella progettazione dell'impianto, la definizione di un piano di dettaglio di interventi agronomici volti a perseguire la tutela, la salvaguardia e la valorizzazione del contesto agricolo di inserimento dell'impianto.

Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze paesaggistiche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

Il progetto mira a contribuire al soddisfacimento delle esigenze di “Energia Verde” e allo “Sviluppo Sostenibile” invocate dal Protocollo di Kyoto, dalla Conferenza sul clima e l'ambiente di Copenaghen 2009 e dalla Conferenza sul clima di Parigi del 2015.

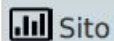
Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile.

L'energia solare è una delle risorse non inquinanti di cui si dispone in misura adeguata alle esigenze di sviluppo, pur non rappresentando da sola, almeno nel breve-medio periodo, la

risposta al problema energetico mondiale.

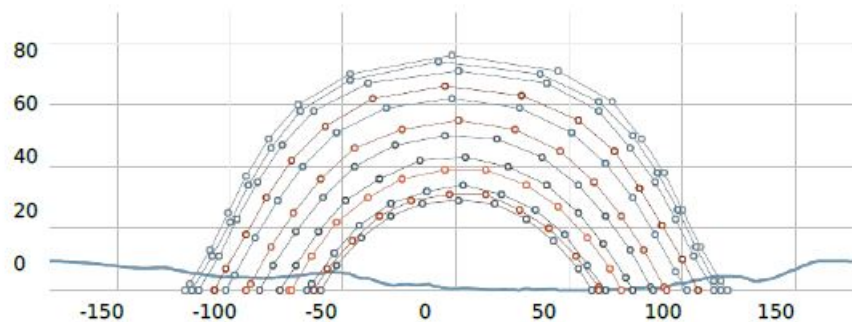
1.1 SIMULAZIONE PRODUCIBILITA' ED EMISSIONI EVITATE IN ATMOSFERA

Ai fini del calcolo della radiazione solare media annua su base giornaliera, si è fatto uso del database internazionale MeteoNorm, l'attendibilità dei dati contenuti nel database è internazionalmente riconosciuta, possono quindi essere usati per l'elaborazione statistica per la stima di radiazione solare per il sito.



Sito

Ombreggiamento da orizzonte e traiettorie solari mensili:



Irradiazione:

Orizzontale senza ombreggiamento:

Globale: 1 642,9 kWh/m2.anno
Diretto: 919,5 kWh/m2.anno
Diffuso: 723,4 kWh/m2.anno

Orizzontale con ombreggiamento:

Globale: 1 614,7 kWh/m2.anno
Diretto: 919,2 kWh/m2.anno
Diffuso: 695,5 kWh/m2.anno

 Produzione

Potenza di picco: 50,08 MWc

Superficie del modulo: 239 313,4 m²

Risultati del primo anno:

Produzione annua (CC) :	85 913 MWh
Produzione annua (CA) :	81 252 MWh
Rendimento specifico CA (P50) :	1 623 kWh/kWp
Rendimento specifico CA (P90) :	1 488 kWh/kWp
Rapporto prestazioni :	83,86 %

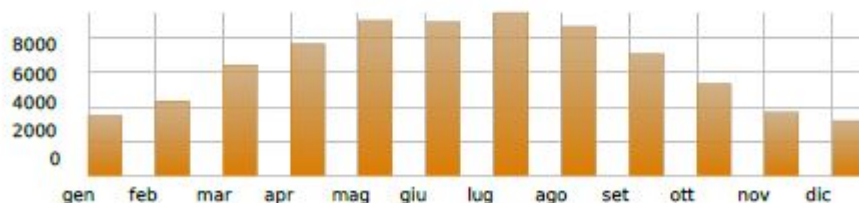
Valori medi:

Produzione annua (CC) :	81 952 MWh
Produzione annua (CA) :	77 635 MWh
Rendimento specifico CA (P50) :	1 550 kWh/kWp
Rendimento specifico CA (P90) :	1 422 kWh/kWp
Rapporto prestazioni :	80,13 %

Perdite - Guadagni (%):

Ombreggiamenti :	-0,76
Ombreggiamento da ostacoli vicini :	-0,42
Ombreggiamenti parziali :	-1,76
IAM (riflessione) :	-2,38
Guadagno bifacciale :	0,31
LID :	0,00
Sporcamento modulo :	-2,00
Temperatura :	-5,45
Obsolescenza modulo :	-5,09
Tolleranza :	1,00
Dispersione delle caratt. :	-1,00
Cavi CC :	-0,60
Inverter :	-2,11
Limitazione :	-0,17
Fattore di potenza :	0,00
Cavi CA :	-0,50
Indisponibilità :	-2,00
Potenza max. iniettabile :	0,00

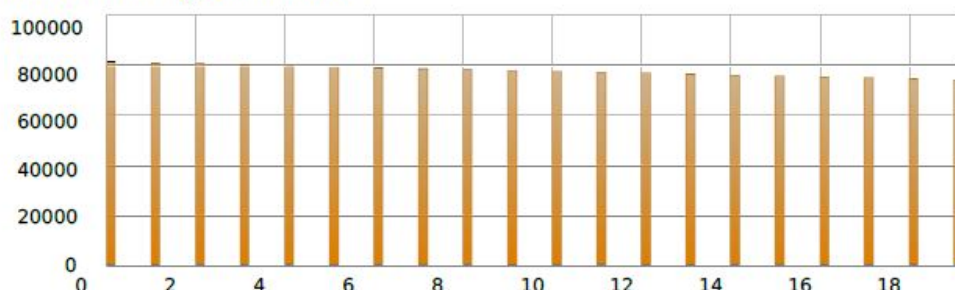
Produzione mensile CA (MWh/mese):



Mesi	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
MWh	3 506	4 352	6 466	7 679	9 049	8 928	9 522	8 716	7 104	5 378	3 699	3 236

Produzione (2)

Produzione CA anno dopo anno (MWh):



Anni	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MWh	81 252	80 864	80 476	80 090	79 704	79 320	78 936	78 554	78 173	77 793

Anni	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
MWh	77 414	77 037	76 660	76 285	75 912	75 539	75 168	74 799	74 430	74 063

EMISSIONI EVITATE: 31 049 CO2 equivalente (tonnellata) *

* Quantità di gas serra che sarebbe stata rilasciata nel periodo di osservazione producendo questa elettricità con mezzi convenzionali (20 g CO2 eq./kWh)

* Attenzione, questo non significa che tutte tali emissioni saranno evitate, in quanto la fabbricazione e il trasporto dei moduli fotovoltaici genera anche emissioni di gas serra.

1.2 RISPARMIO DI COMBUSTIBILE

Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]. Questo coefficiente individua le T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio necessarie per la realizzazione di 1MWh di energia) risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Utilizzando i dati relativi alla simulazione fatta con il software Archelios PRO, la produzione del primo anno è pari a 81.252 MWh e la perdita di efficienza annuale a 0,9 %, che in considerazione della vita media dell'impianto, circa 30 anni, si può ottenere una produzione di energia pari a 1.044.475 MWh.

Quindi considerando un fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria di 0,085, l'impianto evita il consumo annuo di 6.906 T.E.P., che per la vita media dell'impianto fissata di 30 anni corrisponde a 88.780 T.E.P.

A fronte degli enormi benefici dal punto di vista ambientale, l'impatto sarà minimo e totalmente eliminabile alla fine del ciclo di vita dell'impianto.

2. DATI GENERALI DEL PROGETTO

Inquadramento:	il sito d'installazione ricade in c/da Salsello del territorio amministrativo del Comune di Enna (EN).
Proponente:	X-ELIO ENNA 2 S.R.L., con sede in Corso Vittorio Emanuele II n. 349, 00186 ROMA.
Disponibilità del sito:	Diritto di Superficie stipulato tra la società proponente e i proprietari delle particelle catastali afferenti il sito oggetto di intervento.
Potenza massima impianto:	50,076 MWp – 42 MWac

3. NORMATIVE E LEGGI DI RIFERIMENTO

3.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

Per la stesura del presente progetto si è fatto riferimento, principalmente, alla seguente Normativa.

Normativa in materia di energia da fonti rinnovabili:

- Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387: Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.
- D.M. 10-9-2010: Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili.
- Decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28: Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive. 2001/77/CE e 2003/30/CE.

Normativa in materia ambientale e paesaggistica:

- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152: Norme in materia ambientale.
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42: Codice dei beni culturali e del paesaggio,

ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137.

- Decreto legislativo 16 giugno 2017, n. 104: Attuazione della direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 aprile 2014, che modifica la direttiva 2011/92/UE, concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, ai sensi degli articoli 1 e 14 della legge 9 luglio 2015, n. 114.
- Decreto assessoriale Sicilia 18 agosto 2020, n. 234: Rilascio del provvedimento autorizzatorio unico ambientale (Paur) ex articolo 27-bis Dlgs 152/2006 - Definizione delle competenze e dell'iter procedurale

Normativa generale in tema di regime di tutela:

- Legge Regionale n. 16 del 6 aprile 1996 e ss. mm. e ii.: “Riordino della legislazione in materia forestale e di tutela della vegetazione”
- Regio Decreto n. 3267/1923: “Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani”.
- Piano Territoriale Paesaggistico Regionale della Sicilia, P.T.P.R.; approvato con D.A. del 21 maggio 1999 su parere favorevole reso dal Comitato Tecnico Scientifico nella seduta del 30 aprile 1996.
- Piano Paesaggistico degli Ambiti 8,11,12,13,14,16,17 ricadenti nella provincia di Catania; approvato con D.A.31/Gab del 3 ottobre 2018.
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia e ss. mm. e ii., P.A.I., approvato secondo le procedure di cui all'art. 130 della Legge Regionale n. 6 del 3 maggio 2001 “Disposizioni programmatiche e finanziarie per l'anno 2001”.
- Piano di Tutela delle Acque, P.T.A., corredato delle variazioni apportate dal Tavolo tecnico delle Acque, approvato definitivamente (art.121 del D. Lgs. 152/06) dal Commissario Delegato per l'Emergenza Bonifiche e la Tutela delle Acque - Presidente della Regione Siciliana - con ordinanza n. 333 del 24/12/08.

Normativa generale in tema Elettrodotti, linee elettriche, sottostazione e cabina di trasformazione:

- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- D.P.R. 18 marzo 1965, n. 342 "Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica";
- Legge 28 giugno 1986, n. 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";

- Norma CEI 211-4/1996 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”;
- Norma CEI 211-6/2001 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo”;
- Norma CEI 11-17/2006 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo”;
- Norma CEI 0-16/2019 “Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”
- Norma CEI 0-2/2019 “Guida per la definizione della documentazione degli impianti elettrici”
- DM 29/05/2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetiche.

Normativa generale opere civili:

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"; D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- D.M. LL.PP. 14.01.2008 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- Circolare Consiglio Superiore Lavori Pubblici del 02/02 2/009 contenente istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14gennaio 2008;
- Decreto 17 gennaio 2018 “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 “Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018”.

Normativa Sicurezza:

- D.LGS 9 Aprile 2008 "Testo unico sulla sicurezza”.

4. DESCRIZIONE DEL SITO DI INTERVENTO

L'impianto agrivoltaico denominato "ENNA 2" verrà realizzato in c/da Salsello nel Comune di Enna (EN) sulle aree censite al Catasto Terreni del Comune di Enna Foglio n°194 p.lle n. 4, 5, 8, 9, 12, 92 e Foglio n°195 p.lle 19, 193 con estensione complessiva di circa 1185400 mq.



Figura 1 - vista dell'area dell'impianto su ORTOFOTO

Coordinate geografiche:

Latitudine	Longitudine
37,509110°	14,20759°

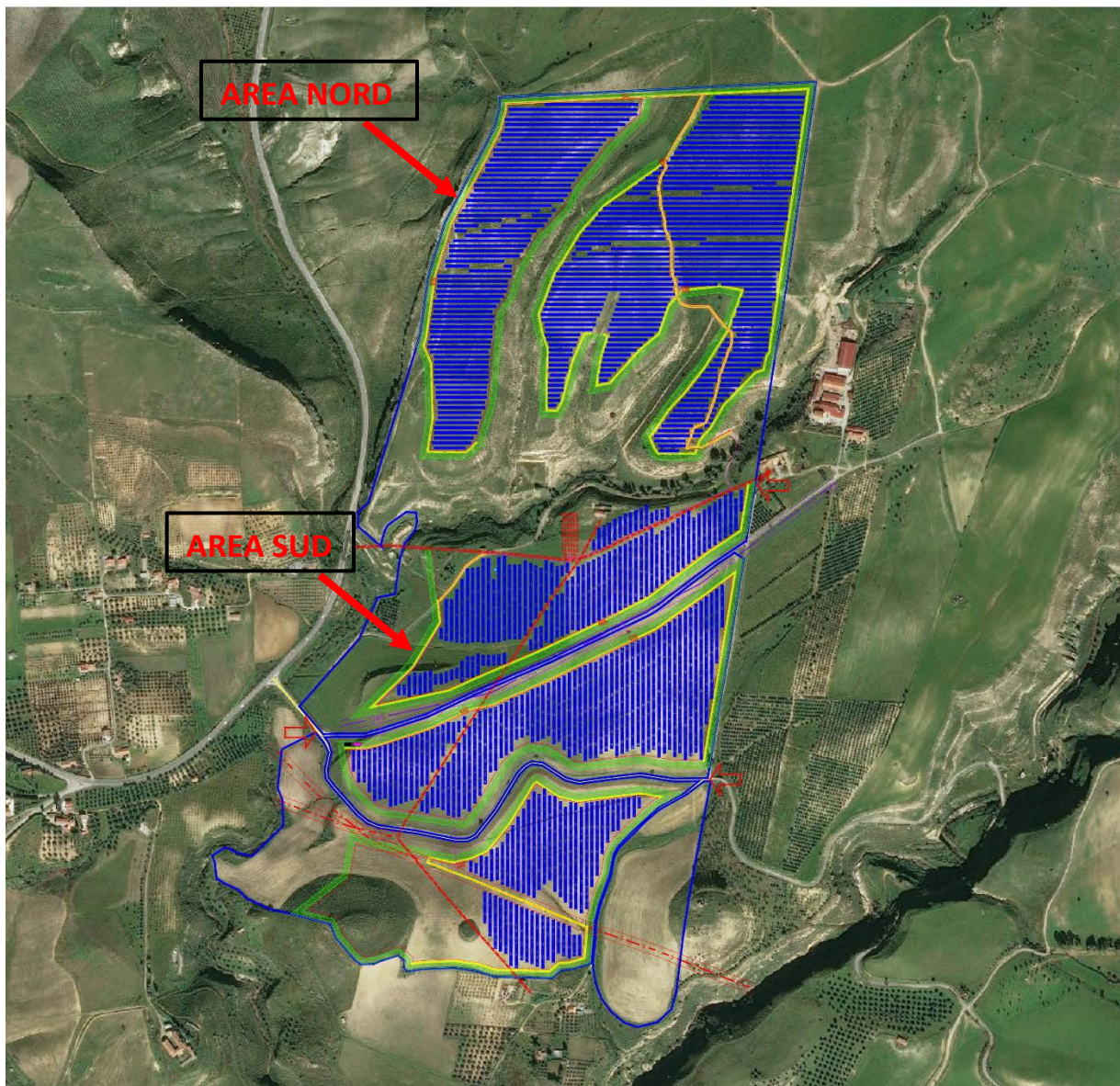
Il terreno direttamente interessato dall'installazione dell'impianto FV, presenta quote assolute s.l.m. comprese tra 455 m e 666 m.

L'area d'intervento ricade topograficamente nella tavoletta I quadrante SO del Foglio 268 della carta d'Italia dell'I.G.M. alla scala 1:25000 e denominata "Caltanissetta".

5. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

5.1. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

La presente relazione descrive le scelte progettuali previste per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza nominale di picco di 50,076 MWp e potenza in immissione pari a 42,00 MW.



La componente energetica del progetto consiste nella realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra che si articola su due zone di generazione elettrica: AREA NORD e AREA SUD in base alla conformazione del terreno.

AREA NORD, dove si evidenzia una maggiore acclività, avente le seguenti componenti principali:

- N. 4 Power Station (PS01, PS02, PS03, PS04) o cabine di campo aventi la duplice funzione di convertire l'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata (tramite inverter

centralizzati) ed elevare la tensione da bassa a media tensione (tramite un trasformatore elevatore).

- i moduli fotovoltaici bifacciali saranno ancorati su apposite strutture metalliche di sostegno inamovibili e fissate al terreno attraverso pali infissi e/o trivellati.

AREA SUD, dove la conformazione del terreno è pianeggiante, avente le seguenti componenti principali:

- N. 4 Power Station (PS05, PS06, PS07, PS08) o cabine di campo aventi la duplice funzione di convertire l'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata (tramite inverter centralizzati) ed elevare la tensione da bassa a media tensione (tramite un trasformatore elevatore).
- i moduli fotovoltaici bifacciali saranno installati su apposite strutture metalliche di sostegno del tipo ad inseguimento monoassiale (trackers), fissate al terreno attraverso pali infissi e/o trivellati

Sono inoltre parte integrante del progetto della componente elettrica dell'impianto agrivoltaico i seguenti elementi:

- **collegamento elettrico dell'impianto fotovoltaico alla rete di trasmissione di alta tensione,** RTN 380/150 kV, che avverrà mediante una nuova linea ed immette in rete tutta l'energia prodotta, al netto degli autoconsumi per l'alimentazione dei servizi ausiliari necessari per il funzionamento della centrale. L'impianto è collegato mediante cavidotto in MT verso una sotto-stazione elettrica (SSE). La SSE è connessa alla rete di distribuzione AT con tensione nominale di 150 kV tramite inserimento in antenna con la sezione a 150 kV con una nuova stazione di smistamento a 150 kV della RTN da inserire in entra – esce sulla linea RTN a 150 kV “Nicoletti - Valguarnera”, che dovrà essere collegata, tramite due nuovi elettrodotti RTN a 150 kV, con una futura stazione elettrica di trasformazione (SE) 380/150 kV da inserire sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV “Chiaramonte Gulfi – Ciminna”. Il nuovo elettrodotto in antenna a 150 kV per il collegamento della centrale alla SSE citata costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 150 kV nella suddetta sezione costituisce impianto di rete per la connessione. Per maggiori dettagli sullo sviluppo delle opere di connessione si rimanda ai relativi elaborati tecnici.
- **Stazione di accumulo elettrico BESS (Battery Energy Storage System)** di potenza nominale di 21 MW e 84 MWh di capacità di accumulo, composta da n. 48 container contenenti rack di batterie agli ioni di litio e Inverter Station bidirezionali DC/AC, in grado di garantire una immissione in rete di 21 MW di potenza per 4 ore continuative al fine di ottimizzare la curva di generazione dell'energia in base alle necessità della rete elettrica e di fornire servizi accessori di rete. Infatti l'impianto di accumulo potrà operare come sistema integrato all'impianto FV al fine

di accumulare una parte della produzione del medesimo, non dispacciata in rete e rilasciarla in orari in cui l'impianto FV non è in produzione o ha una produzione limitata. In ogni situazione di esercizio, comunque, il sistema di accumulo sarà gestito al fine di immettere in rete una potenza massima complessiva (inclusa la potenza dell'impianto fotovoltaico) pari alla potenza dell'impianto fotovoltaico. Per maggiori dettagli sul sistema di accumulo si rimanda ai relativi elaborati tecnici.

- **Linee interrate interne di collegamento in Media Tensione** fra la cabina di raccolta, la Stazione di accumulo (BESS) e i diversi lotti dell'impianto fotovoltaico, poste lungo la viabilità.

Relativamente alla componente agricola si fa presente che la porzione dei terreni interessati dall'installazione dei moduli sarà destinata alla coltivazione di un prato polifita da utilizzare come pascolo, inoltre si prevedono vasti interventi di forestazione nelle aree sottoposte alla legge Galasso tramite piantumazione di olivo e pistacchio e una fascia di mitigazione di larghezza pari a 10 m con coltivazione di olivo.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'elaborato "Relazione agrivoltaica".

In un'ottica di progettazione esecutiva verrà valutata, in collaborazione con i ricercatori del Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente dell'Università di Catania, le opzioni migliori per ottimizzare la produzione in accordo con gli attuali proprietari, nonché i futuri gestori della superficie agricola, coniugandola ed integrandola pienamente alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili.

L'impianto sarà completato da tutte le infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall'impianto e dalla sua consegna alla rete di trasmissione nazionale e dalle opere accessorie, quali: impianti di videosorveglianza, antintrusione, monitoraggio ambientale, viabilità di servizio, cancelli e recinzioni.

L'impianto in progetto produce energia elettrica in BT su più linee in uscita dagli inverter centralizzati, le quali vengono convogliate verso appositi quadri nei locali di cabina, dove avverrà la trasformazione BT/MT.

La linea in MT in uscita dai trasformatori BT/MT di ciascun sottocampo verrà, quindi, indirizzata verso la cabina di raccolta dell'impianto, dove avverranno le misure e la partenza verso il punto di consegna nella rete di distribuzione in alta tensione, presso la nuova Sottostazione elettrica (SSE) da realizzarsi nel Comune di Enna in Sicilia.

La componente di produzione energetica dell'impianto in oggetto si può sintetizzare nei seguenti sistemi:

- sistema di generazione o campo fotovoltaico (moduli e strutture di sostegno);
- sistema di conversione e trasformazione (inverter);
- sottostazione di consegna dell'energia nella RTN ad AT (SSE area gestore) completa di opere ed impianti accessori;

Il generatore fotovoltaico sarà complessivamente composto da 77.040 moduli fotovoltaici in silicio cristallino bifacciali da 650 Wp cadauno distribuiti su una superficie di circa 118.54 Ha per una potenza nominale di circa 50.076,00 kWp, intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni di prova standard (STC), ossia considerando un irraggiamento pari a 1000 W/m², con distribuzione dello spettro solare di riferimento (massa d'aria AM 1,5) e temperatura delle celle di 25°C, secondo norme CEI EN 904/1-2-3.

La potenza in immissione sarà pari a 42.000,00 kW.

L'impianto sarà alimentato da 16 "Sottocampi", di cui 4 con potenza nominale pari a circa 3,159 MWp, 4 con potenza nominale pari a circa 3,51 MWp, 5 con potenza nominale pari a circa 2,808 MWp e 3 con potenza nominale pari a circa 3,12 MWp afferenti ciascuno a un gruppo di conversione cc/ac; ogni sottocampo a sua volta sarà costituito da sottosectori.

La stringa sarà formata da 30 moduli collegati in serie e confluirà al quadro di parallelo stringa (QPS). I QPS convergono nei quadri di sottocampo DCHV, e da questi avviene il collegamento agli inverter, ed in particolare ogni quadro di sottocampo DCHV converge, con cavi separati, ad un inverter centralizzato. Verranno impiegati n° 16 DHCV.

I quadri QPS saranno collegati con cavi FG16(O)R16 con sezione da 35 a 185 mm² dimensionato in base alla distanza al pertinente Quadro di sottocampo (DHCV) che sarà posto in prossimità dell'inverter.

Il campo fotovoltaico sarà costituito da 2568 stringhe da 30 moduli ciascuna, per un numero complessivo di 77.040 moduli fotovoltaici del tipo "RSM132-8-650BMDG" con una potenza nominale di picco pari a 650 Wp e pertanto si avrà una potenza nominale di picco pari a 50,076 MWP.

ID Stringa	N° moduli per stringa	P _{str} (W)	V _{mpp} (V)	I _{mpp} (A)	V _{oc} (V)	I _{sc} (A)
N°1-2568	30	19.500	1.136,1	17,17	1.364,7	18,18

Tabella 1 - Configurazione della stringa

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter. Le predette stringhe, saranno posizionate in parte su strutture inamovibili ed in parte su strutture ad inseguimento monoassiale. Le strutture fisse saranno distanziate le une dalle altre, in direzione Nord-Sud, di circa 5 m; le strutture ad inseguimento monoassiale invece saranno distanziate le une dalle altre, in direzione Est-Ovest, di circa 10 m (interasse strutture). I calcoli strutturali, o per meglio dire le verifiche delle strutture ai carichi agenti (pannelli + vento) saranno forniti dalla ditta costruttrice di dette strutture, tenendo conto della posizione geografica del sito. Le sopradette strutture saranno prefabbricate, portanti ed indipendenti una con l'altra.

CAMPO FOTOVOLTAICO "ENNA 2"	
POTENZA NOMINALE DI PICCO	50,076 MW _p
NUMERO STRUTTURE FISSE	3420
NUMERO DI MODULI FOTOVOLTAICI PER STRUTTURA	12
NUMERO STRUTTURE AD INSEGUIMENTO AUTOMATICO SU UN ASSE	654
NUMERO DI MODULI FOTOVOLTAICI PER STRUTTURA	30/60
NUMERO TOTALE DEI MODULI FOTOVOLTAICI	77.040
POTENZA NOMINALE MODULO FOTOVOLTAICO	650 W _p
NUMERO DI INVERTER	16

Tabella 2 - Configurazione del campo

La conversione della forma d'onda elettrica, da continua in alternata, verrà effettuata per mezzo di n.16 inverter di tipo INGECON SUN 3825TL – C600, che saranno disposti in modo idoneo all'interno del parco al fine di assicurare il miglior funzionamento relativo all'accoppiamento inverter-stringa.

In fase esecutiva la marca e la tipologia dei moduli e dell'inverter potranno variare in relazione alla disponibilità nel mercato, fermo restando che non verrà apportata alcuna variazione alla potenza nominale di picco del generatore fotovoltaico.

La potenza totale di picco dell'impianto fotovoltaico (P_{ptot}) in corrente continua, in condizioni standard, è uguale alla potenza di un modulo per il numero totale di moduli che lo compone:

$$P_{ptot} = P_{mod} \times N_{mod} = 0,650 \times 77.040 = 50.076,00 \text{ kWp.}$$

La potenza fornita in rete elettrica (Pca) dovrà invece tenere conto delle perdite del sistema dovute al discostarsi dalle condizioni standard ed alle perdite per la trasformazione della corrente continua in corrente alternata dovute a:

- perdite per scostamento dalle condizioni di targa (temperatura);
- perdite per riflessione,
- perdite per mismatching tra stringhe (moduli);
- perdite in corrente continua;
- perdite sul sistema di conversione cc/ca;
- perdite nel trasformatore;
- perdite per polluzione sui moduli;
- perdite nei cavi, quadri, ecc.

La consegna dell'energia in rete avverrà come indicato dalla soluzione tecnica minima generale di cui al preventivo di connessione.

5.2. DEFINIZIONI E TERMINOLOGIA

Distributore:

è il soggetto che presta il servizio di distribuzione e vendita dell'energia elettrica agli utenti.

Rete del distributore:

rete elettrica di distribuzione AT, MT e BT alla quale possono collegarsi gli utenti.

Rete AT: sistema a tensione nominale tra le fasi superiore a 35 kV fino a 150 kV compreso.

Rete BT del distributore:

rete a tensione nominale superiore a 50 V fino a 1.000 V compreso in c.a.

Rete MT del distributore:

rete a tensione nominale superiore a 1.000 V in c.a. fino a 30.000 V compreso.

Utente:

è la persona fisica o giuridica titolare di un contratto di fornitura di energia elettrica.

Gestore di rete:

il Gestore di rete è la persona fisica o giuridica responsabile, anche non avendone la proprietà, della gestione della rete elettrica con obbligo di connessione di terzi a cui è connesso l'impianto (Deliberazione dell'AEEG n. 28/06).

Gestore Contraente:

il Gestore Contraente è l'impresa distributrice competente nell'ambito territoriale in cui è ubicato l'impianto fotovoltaico (Deliberazione dell'AEEG n. 28/06).

Energia radiante:

è l'energia emessa, trasportata o ricevuta in forma di onde elettromagnetiche.

Irradiazione:

è il rapporto tra l'energia radiante che incide su una superficie e l'area della medesima superficie.

Irraggiamento solare:

è l'intensità della radiazione elettromagnetica solare incidente su una superficie di area unitaria. Tale intensità è pari all'integrale della potenza associata a ciascun valore di frequenza dello spettro solare.

Radiazione solare:

è l'integrale dell'irraggiamento solare (espresso in kWh/m²), su un periodo di tempo specificato.

Cella fotovoltaica:

non è altro che un dispositivo fotovoltaico che genera elettricità quando viene esposto alla radiazione solare.

Modulo fotovoltaico:

assieme di celle fotovoltaiche elettricamente collegate e protette dagli agenti atmosferici, anteriormente tramite vetro e posteriormente con vetro e/o materiale plastico. Il bordo esterno è protetto da una cornice di alluminio anodizzato.

Stringa:

un gruppo di moduli elettricamente collegati in serie. La tensione di lavoro dell'impianto è quella determinata dal carico elettrico "equivalente" visto dai morsetti della stringa

SottoCampo:

un insieme di stringhe collegate in parallelo e montate su strutture di supporto.

Dispositivo di Interfaccia:

è un organo di interruzione, sul quale agiscono le protezioni di interfaccia.

Impianto (o Sistema) fotovoltaico:

è un sistema di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della luce, cioè della radiazione solare, in elettricità (effetto fotovoltaico); esso è schematicamente costituito dal dispositivo di interfaccia, dal convertitore c.c./c.a. e dal campo fotovoltaico.

BOS (Balance Of System o Resto del sistema):

insieme di tutti i componenti di un impianto fotovoltaico, esclusi i moduli fotovoltaici.

Condizioni nominali:

sono le condizioni di prova dei moduli fotovoltaici, piani o a concentrazione solare, nelle quali sono rilevate le prestazioni dei moduli stessi, secondo protocolli definiti dalle pertinenti norme CEI e indicati nella Guida CEI 82- 25 e successivi aggiornamenti.

Condizioni di Prova Standard (STC):

comprendono le seguenti condizioni di prova normalizzate (CEI EN 60904-3): – Temperatura di cella: $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. – Irraggiamento: 1000 W/m^2 , con distribuzione spettrale di riferimento (massa d'aria AM 1,5).

Corrente di cortocircuito:

è la corrente erogata in condizioni cortocircuito, ad una particolare temperatura e radiazione solare.

Tensione a vuoto:

è la tensione generata ai morsetti a circuito aperto, ad una particolare temperatura e radiazione solare.

Potenza Massima di un Modulo o di una Stringa:

è la potenza erogata, ad una particolare temperatura e radiazione solare, nel punto della caratteristica corrente-tensione dove il prodotto corrente-tensione ha il valore massimo.

Potenza Nominale (o Massima, o di Picco, o di Targa) del Campo Fotovoltaico:

è la potenza determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime, o di picco o di targa) di ciascun modulo costituente il campo fotovoltaico, misurate nelle condizioni standards di riferimento.

Efficienza Nominale di un Campo Fotovoltaico:

è il rapporto fra la potenza generata dal campo stesso e la potenza della radiazione solare su esso incidente, in condizioni standards.

Efficienza Operativa Media di un Campo Fotovoltaico:

è il rapporto tra l'energia elettrica prodotta dal campo fotovoltaico e l'energia solare incidente sul campo stesso, in un determinato intervallo di tempo;

Convertitore Cc/Ca (Inverter):

convertitore statico in cui viene effettuata la conversione dell'energia elettrica da continua da alternata, tramite un ponte semiconduttore, opportune apparecchiature di controllo che permettono di ottimizzare il rendimento del campo fotovoltaico ed un trasformatore.

Mppt:

proprietà di un inverter di inseguire il punto di massima potenza in funzione della radiazione solare.

Angolo di Azimut:

angolo della normale alla superficie e dal piano meridiano del luogo; è misurato positivamente da Sud verso Ovest.

Angolo di Tilt:

angolo che la superficie forma con l'orizzontale; è misurato positivamente dal piano orizzontale verso l'alto.

Energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico:

L'energia elettrica (espressa in kWh) misurata all'uscita dal gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, resa disponibile alle utenze elettriche e/o immessa nella rete del distributore.

BESS (Battery Energy Storage System):

stazione di accumulo elettrochimico che può convertire l'energia elettrica in energia chimica o viceversa, a seconda della sua modalità operativa: carica o scarica.

6. COMPOSIZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico è composto dai seguenti elementi:

- moduli fotovoltaici in silicio cristallino bifacciali di potenza nominale 650 Wp;
- rete elettrica interna all'impianto a tensione nominale pari a 30 kV;
- cabina di conversione e trasformazione destinata a raccogliere la potenza prodotta dall'impianto fotovoltaico;
- cabina di raccolta;

6.1 INSTALLAZIONE E POSA IN OPERA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

I conduttori sono da ritenersi costantemente in tensione, pertanto dovranno essere osservate le distanze previste dalle vigenti disposizioni di legge (ART. 83 e 117 del D.Lgs. 09/04/08 n.81), in particolare i lavori in prossimità di parti attive si svolgeranno in accordo ai valori limite di cui alla tabella 1 dell'Allegato IX del D.Lgs. 81/08; inoltre se per circostanze particolari le parti attive si debbano ritenere non sufficientemente protette si deve rispettare almeno una delle seguenti precauzioni:

- a) mettere fuori tensione ed in sicurezza le parti attive per tutta la durata dei lavori;
- b) posizionare ostacoli rigidi che impediscano l'avvicinamento alle parti attive;
- c) tenere in permanenza, persone, macchine operatrici, apparecchi di sollevamento, ponteggi ed ogni altra attrezzatura a distanza di sicurezza. Tale distanza deve far sì che non possano verificarsi contatti diretti o scariche pericolose per le persone tenendo conto del tipo di

lavoro, delle attrezzature usate e delle tensioni presenti.

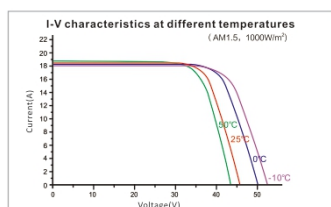
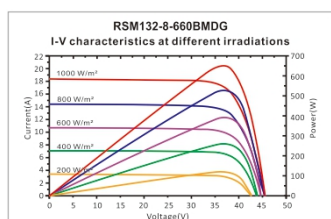
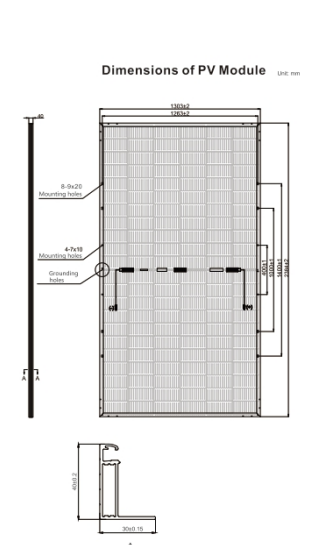
L'impianto fotovoltaico in oggetto sarà realizzato eseguendo tutte le opere meccaniche, elettriche e civili come di seguito sinteticamente esposto.

Al fine di chiarire gli interventi finalizzati alla posa in opera dell'impianto fotovoltaico in oggetto si riporta una descrizione sintetica delle sue parti principali.

6.2 MODULO FOTOVOLTAICO

Il generatore fotovoltaico sarà realizzato con moduli provvisti di diodi di by-pass e ciascuna stringa di moduli sarà sezionabile e dotata di diodo di blocco. Esso sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Tali moduli saranno certificati IEC 61215 e IEC 61730, Application Class A ed avranno tensione massima fino a 1500 V. I moduli saranno provvisti di una garanzia di anni 10 per difetti di fabbricazione e di una garanzia sulla diminuzione nel tempo della potenza in uscita di tipo lineare su 25 anni. I moduli fotovoltaici saranno tutti della medesima tipologia e taglia; in particolare sono stati considerati i moduli Titan, modello RSM-132-8-650BMDG bifacciale, composto da moduli in silicio monocristallino 132 celle, la cui potenza di picco è pari a 650 Wp. I moduli previsti in progetto sono del tipo "bifacciali", questa caratteristica gli permette di captare l'energia solare riflessa sulla faccia posteriore delle celle, aumentando così la capacità di produzione dei moduli.

Le caratteristiche tecniche dei moduli fotovoltaici previsti in progetto sono riportate nella seguente figura:



Our Partners:

REIM132-8BMDG-128B-EN-H1-1-2021

ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	RSM132-8-635BMDG	RSM132-8-640BMDG	RSM132-8-645BMDG	RSM132-8-650BMDG	RSM132-8-655BMDG	RSM132-8-660BMDG
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	635	640	645	650	655	660
Open Circuit Voltage-Voc(V)	44.89	45.09	45.29	45.49	45.69	45.89
Short Circuit Current-Isc(A)	18.03	18.08	18.13	18.18	18.23	18.28
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	37.32	37.51	37.69	37.87	38.05	38.23
Maximum Power Current-Imp(A)	17.02	17.07	17.12	17.17	17.22	17.27
Module Efficiency (%) *	20.4	20.6	20.8	20.9	21.1	21.2

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.
Bifacial factor: 70%±5 * Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

Electrical characteristics with 10% rear side power gain

	699	704	710	715	721	726
Total Equivalent power-Pmax (Wp)						
Open Circuit Voltage-Voc(V)	44.89	45.09	45.29	45.49	45.69	45.89
Short Circuit Current-Isc(A)	19.83	19.89	19.94	20.00	20.05	20.11
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	37.32	37.51	37.69	37.87	38.05	38.23
Maximum Power Current-Imp(A)	18.72	18.78	18.83	18.89	18.94	19.00

Rear side power gain: The additional gain from the rear side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA (NMOT)

Model Number	RSM132-8-635BMDG	RSM132-8-640BMDG	RSM132-8-645BMDG	RSM132-8-650BMDG	RSM132-8-655BMDG	RSM132-8-660BMDG
Maximum Power-Pmax (Wp)	481.0	484.9	488.6	492.4	496.2	500.0
Open Circuit Voltage-Voc (V)	41.75	41.93	42.12	42.31	42.49	42.68
Short Circuit Current-Isc (A)	14.78	14.83	14.87	14.91	14.95	14.99
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	34.63	34.81	34.98	35.14	35.31	35.48
Maximum Power Current-Imp (A)	13.89	13.93	13.97	14.01	14.05	14.09

NMOT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Solar cells	Monocrystalline
Cell configuration	132 cells (6×11+6×11)
Module dimensions	2384×1303×40mm
Weight	40kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy type 6005-2T6, Silver Color
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm² (12AWG), Positive(+)350mm, Negative(-)350mm (Connector Included)
Connector	Risen Twinsel PV-SY02, IP68

TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	44°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.04%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.34%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	35A
Limiting Reverse Current	35A

PACKAGING CONFIGURATION

	40ft(HQ)
Number of modules per container	459
Number of modules per pallet	27
Number of pallets per container	17
Box gross weight[kg]	1130

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.
©2021 Risen Energy. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

THE POWER OF RISING VALUE

Figura 2 - Scheda Tecnica Moduli Fotovoltaici

Il modulo scelto in fase progettuale potrà essere cambiato in fase esecutiva per quanto disponibili nel panorama commerciale del momento, preferendo moduli di simili caratteristiche elettriche e performance migliori non incorrendo in una variante sostanziale del progetto approvato, con la possibilità di scegliere tra la soluzione bifacciale e monofacciale.

6.3 STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI

Le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici di cui è composto il campo saranno costituite da profilati assemblati, in acciaio zincato e saranno ancorate su pali metallici infissi al terreno senza utilizzo di materiali cementizi. Ci si riserva la possibilità, a seguito delle risultanze di pull out test, di utilizzare in fase esecutiva delle fondazioni su pali cementati ove necessario.

In particolare, a causa della morfologia del terreno, nell'Area Nord caratterizzata da un'accentuata acclività si è optato per pannelli posizionati su strutture fisse, mentre nell'Area Sud per la morfologia sub pianeggiante verranno installate strutture ad inseguimento monoassiale (trackers).

Le sopradette strutture saranno pertanto, prefabbricate, portanti ed indipendenti l'una con l'altra. Strutture fisse: "Solarfix".

I trackers previsti in progetto sono: "Soltec-SF7 Bi facial".

La soluzione prevede l'utilizzo, nella porzione pianeggiante, di inseguitori motorizzati che consentiranno di variare l'inclinazione dei pannelli sulla direttrice E-O al fine di inseguire l'inclinazione del sole sull'orizzonte e massimizzare la produzione di energia in particolare nelle prime ed ultime ore di sole della giornata.

Ogni tracker si muove indipendentemente dagli altri, guidati dal proprio sistema di guida.

Le figure sottostanti mostrano le posizioni estreme, la posizione assunta al mezzogiorno solare e gli intervalli di rotazione dei trackers.



Figura 3 - Trackers monoassiali



Figura 4 – strutture di sostegno fisse

Le strutture di sostegno dei moduli saranno ancorate su dei pali metallici infissi nel terreno. Gli impianti fotovoltaici, data la loro estesa superficie e la struttura leggera, sono fortemente soggetti all'azione del vento. Le fondazioni dovranno perciò sopportare carichi verticali relativamente bassi a fronte di ingenti momenti ribaltanti, tali da poter generare addirittura sforzi di trazione in fondazione.

Per la realizzazione della fondazione in cantiere si utilizzeranno strutture in acciaio zincato direttamente infisse nel terreno mediante apposita macchina “battipalo” senza l'impiego di calcestruzzo.

Tale tipologia di palo è adeguata a resistere sia a sforzi di compressione che di trazione, e perciò consente alla fondazione di sopportare anche i momenti ribaltanti.

I calcoli strutturali, o per meglio dire le verifiche delle strutture ai carichi agenti sui pannelli dovuti alle azioni del vento, saranno forniti dalla ditta costruttrice di dette strutture, tenendo conto della posizione geografica del sito.

6.4 SPECIFICHE CAVI IN CORRENTE CONTINUA

I cavi sul lato corrente continua dell'impianto devono avere una tensione adeguata a quella dell'impianto ed un isolamento doppio o rinforzato (classe II) in modo da ridurre il rischio di guasti a terra e di corto circuiti.

I cavi utilizzati in corrente continua si distinguono in:

- cavi solari;
- cavi non solari.

- CAVI SOLARI

I cavi solari utilizzati devono essere in grado di sopportare, per la durata della vita dell'impianto fotovoltaico, severe condizioni ambientali in termini di elevata temperatura, precipitazioni atmosferiche e radiazioni ultraviolette.

Per la connessione dei moduli a formare le stringhe e delle stringhe stesse sarà utilizzato un cavo flessibile stagnato per collegamenti di impianti fotovoltaici con isolante e guaina realizzati con mescola elastomerica senza alogeni non propagante la fiamma. Pertanto si prevede l'impiego di cavi di tipo solare H1Z2Z2 di colore rosso per il positivo e nero per il negativo aventi le seguenti caratteristiche:

Basse Tension Bassa Tensione	H1Z2Z2-K	Photovoltaïque Fotovoltaico
--	-------------------	---

CPR (UE) n°305/11 D_{ca} - s1, d2, a1 EN 50618 CEI EN 60332-1-2 CEI EN 50525 CEI EN 50289-4-17 A CEI EN 50396 2014/35/UE 2011/65/CE CA01.00546	<i>Règlement Produits de Construction/Regolamento Prodotti da Costruzione</i> Classe conforme aux normes EN 50575:2014 + A1:2016 et EN 13501-6:2014 Classe conforme norme EN 50575:2014 + A1:2016 e EN 13501-6:2014 <i>Construction et caractéristiques/Costruzione e requisiti</i> Propagation de la flamme/Propagazione fiamma Émission de gaz/Emissione gas Résistance aux rayons UV/Resistenza raggi UV Résistance ozone/Resistenza ozono Directive Basse Tension/Direttiva Bassa Tensione Directive RoHS/Direttiva RoHS Licence IMQ/Certificato IMQ	DoP n° 1081/19
---	--	------------------------------



H1Z2Z2-K






CARATTERISTICHE TECNICHE

Tensione massima: 1800 V c.c. - 1200 V c.a.

Temperatura massima di esercizio: 90°C

Temperatura minima di esercizio: -40°C

Temperatura minima di posa: -40°C

Temperatura massima di corto circuito: 250°C

Sforzo massimo di trazione: 15 N/mm²

Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

Tabella 3 – Caratteristiche dei cavi solari

- CAVI NON SOLARI

I cavi non solari si trovano ad operare a una temperatura ambiente ai 40°C dato che sono lontani dai moduli. Tali cavi non hanno resistenza contro i raggi ultravioletti, pertanto, se posati all'esterno, devono essere protetti dalla radiazione solare in tubi o canali ed essere comunque con guaina per uso esterno. Questi tipi di cavi hanno le stesse caratteristiche dei cavi utilizzati in BT in corrente alternata. Il tipo di cavo che verrà utilizzato è: FG16(O)R16

Le caratteristiche principali dei cavi sono:

- non propagazione della fiamma;
- non propagazione dell'incendio;
- bassissima emissione fumi, gas tossici e corrosivi.
- buona resistenza agli oli ed ai grassi industriali;
- buon comportamento alle basse temperature.

Caratteristiche costruttive:

1. conduttore: rame rosso, formazione flessibile, classe 5.
2. isolamento: gomma, qualità G16.
3. Cordatura: *i conduttori isolati sono cordati insieme;*
4. riempitivo: termoplastico, penetrante tra le anime (solo nei cavi multipolari).
5. guaina esterna:PVC, qualità R16.

Caratteristiche funzionali

- tensione nominale U_0/U :
 - o 600/1.000 V c.a.
 - o 1.500 V c.c.
- tensione Massima U_m :
 - o 1.200 V c.a.
 - o 1.800 V c.c.
- tensione di prova industriale: 4.000 V;
- massima Temperatura di esercizio: 90°C;
- temperatura minima di esercizio: -15°C (*in assenza di sollecitazioni meccaniche*);
- temperatura massima di corto circuito: 250°C;
- sforzo massimo di trazione: 50 N/mm² di sezione del rame;
- raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro del cavo;

- temperatura minima di posa: 0°C.

6.5 CAVO BT DI POTENZA, SEGNALAZIONE, MISURA E CONTROLLO

I collegamenti in BT, saranno realizzati con cavi non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi in caso di incendio (CEI 20-22/2, 20-37, 20-38, 20-35, 20-38/1, 20-22/3, 20-27/1), presentano le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale (U_0/U) 0,6/1 kV;
- temperatura 40 °C;
- sezione minima ammessa 1,5 mm²;
- sezione ≥ 4 mm² per collegamenti voltmetrici e amperometrici (qualora la distanza è >100 m prevedere sezioni ≥ 10 mm²);
- sezione $\geq 2,5$ mm² per cavi di comando;
- materiale isolante in gomma EPR ad alto modulo, G7.

Nei punti di connessione alle morsettiere delle apparecchiature e dei quadri, i conduttori ed i cavi BT saranno immediatamente identificabili rispettivamente mediante perlinatura e numerazione del cavo con sigla dell'apparecchiatura di provenienza.

Tutti i cavi per energia ed eventuale segnalamento saranno quindi a bassissima emissione di fumi e gas tossici (limiti previsti dalla CEI 20-38 con modalità di prova previste dalla CEI 20-37) con conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto, con elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche; conforme alla CEI 20-13 e al Regolamento Prodotti da Costruzione UE 305/2011 – CPR.

La posa dei collegamenti in BT sarà realizzata in conformità alle norme CEI 11-17.

Caratteristiche tecniche	
Tensione di esercizio U_0/U (kV)	0,6/1
Resistenza di isolamento ($M\Omega \times km$)	≥ 5.000
Prova di tensione cond./cond. (V r.m.s.)	4000
Temperatura massima di esercizio (°C)	90
Temperatura minima di installazione (°C)	-105
Temperatura max di corto circuito (°C)	250
Sforzo massimo di trazione (N/mm ²)	50

Raggio minimo di curvatura	4xD (D=Diametro esterno)
Requisiti normativi	UNEL 35370 UNEL 35369

Tabella 4 - Caratteristiche tecniche cavo BT di potenza, segnalazione, misura e controllo

6.6 QUADRI DI PARALLELO STRINGHE

La realizzazione dell'impianto prevede l'installazione di quadri elettrici che effettuino il parallelo delle stringhe, ciascuno contenente le apparecchiature di manovra e protezione (sezionatori sotto carico, fusibili, scaricatori di tensione). Tale quadro, detto anche DC Combiner, ha la funzione di proteggere e sezionare le stringhe dei moduli installati e viene realizzato con grado di protezione non inferiore a IP54, adatto per essere posizionato all'esterno, in prossimità delle strutture di sostegno, in maniera baricentrica rispetto alle stringhe raccolte. Per l'impianto verranno utilizzati un totale di 151 quadri di parallelo.

Di sotto un esempio di quadro.



Figura 5 – Esempio di quadro di parallelo stringhe (DC Combiner)

6.7 POWER STATION - PS

Le Power Station (o cabine di campo) hanno la duplice funzione di convertire l'energia elettrica del campo fotovoltaico da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA) e di elevare la tensione da bassa (BT) a media tensione (MT).

Il gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata effettua la conversione della forma d'onda elettrica, da continua in alternata, trasferendo la potenza del generatore fotovoltaico alla rete del distributore. Il gruppo di conversione è basato su n.16 inverter. Essi, pertanto, saranno del tipo centralizzato con efficienza del 98,9%. Per la protezione dalle sovratensioni di origine atmosferica sono previsti degli scaricatori DC e AC di tipo II con grado di protezione IP 54.

L'energia prodotta da una coppia di sistemi di conversione CC/CA (inverter) sarà immessa nel lato BT di un trasformatore 30/0,60 kV i cui valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con la rete MT. Quindi in totale vi saranno otto trasformatori BT/MT.

L'insieme dell'inverter, del trasformatore e delle apparecchiature di sezionamento e protezione fanno parte di un'unica soluzione integrata costituita da elementi prefabbricati fornita dal produttore INGETEAM che prende il nome di POWER STATION FSK c Series.

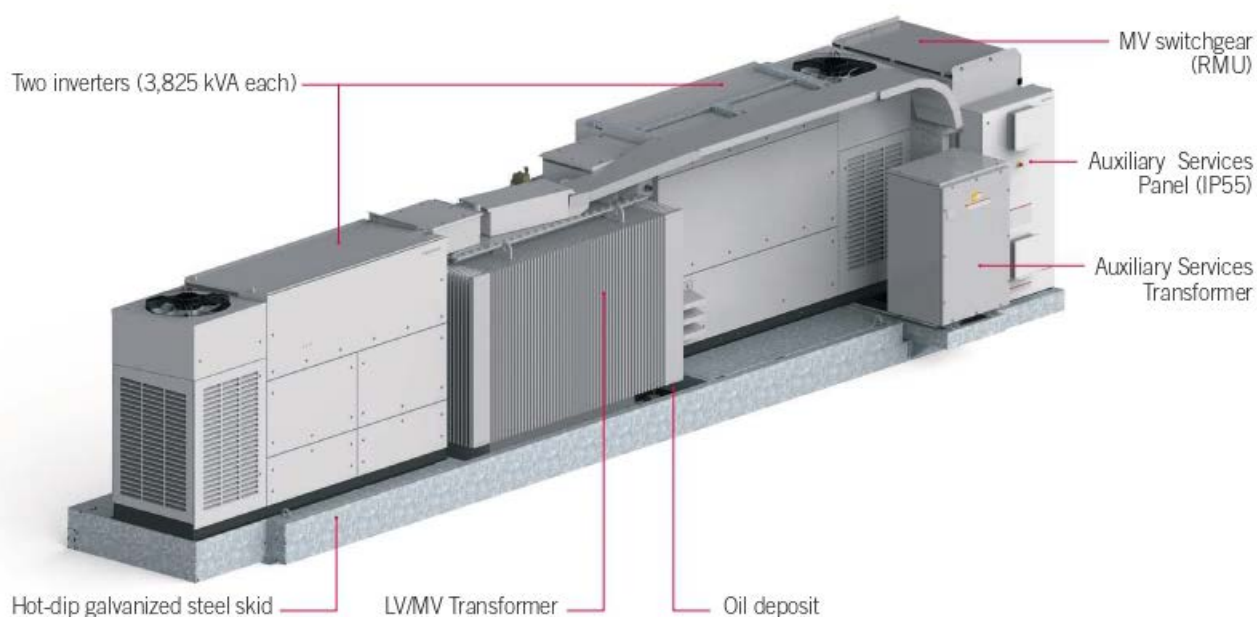


Figura 6 – POWER STATION FSK c Series

Si riporta di seguito la scheda tecnica del prodotto:

Ingeteam

INGECON® SUN 3825TL							
	C600	C615	C630	C645	C660	C675	C690
Input (DC)							
Recommended PV array power range ⁽¹⁾	3,144 - 4,188 kWp	3,222 - 4,293 kWp	3,301 - 4,398 kWp	3,379 - 4,502 kWp	3,458 - 4,607 kWp	3,537 - 4,712 kWp	3,615 - 4,816 kWp
Voltage Range MPP ⁽²⁾	853 - 1,300 V	874 - 1,300 V	895 - 1,300 V	916 - 1,300 V	937 - 1,300 V	958 - 1,300 V	979 - 1,300 V
Maximum voltage ⁽³⁾	1,500 V						
Maximum current	3,965 A						
N° inputs with fuse-holders	Up to 24						
Fuse dimensions	630 A / 1,500 V to 500 A / 1,500 V fuses (optional)						
Type of connection	Connection to copper bars						
Power blocks	1						
MPPT	1						
Input protections							
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)						
DC switch	Motorized DC load break disconnect						
Other protections	Up to 24 pairs of DC fuses (optional) / Reverse polarity / Insulation failure monitoring / Anti-islanding protection / Emergency pushbutton						
Output (AC)							
Power @35 °C / @50 °C	3,326 kVA / 2,858 kVA	3,409 kVA / 2,929 kVA	3,492 kVA / 3,001 kVA	3,575 kVA / 3,072 kVA	3,658 kVA / 3,144 kVA	3,741 kVA / 3,215 kVA	3,824 kVA / 3,287 kVA
Current @35 °C / @50 °C	3,200 A / 2,750 A						
Rated voltage ⁽⁴⁾	600 V IT System	615 V IT System	630 V IT System	645 V IT System	660 V IT System	675 V IT System	690 V IT System
Frequency	50 / 60 Hz						
Power Factor ⁽⁵⁾	1						
Power Factor adjustable	Yes, 0 - 1 (leading / lagging)						
THD (Total Harmonic Distortion) ⁽⁶⁾	<3%						
Output protections							
Overvoltage protections	Type II surge arresters (type I+II optional)						
AC breaker	Motorized AC circuit breaker						
Anti-islanding protection	Yes, with automatic disconnection						
Other protections	AC short-circuits and overloads						
Features							
Operating efficiency	98.9%						
CEC	98.5%						
Max. consumption aux. services	9,000 W						
Stand-by or night consumption ⁽⁷⁾	< 180 W						
Average power consumption per day	2,500 W						
General Information							
Ambient temperature	-20 °C to +60 °C						
Relative humidity (non-condensing)	0-100% (Outdoor)						
Protection class	IP65						
Corrosion protection	External corrosion protection						
Maximum altitude	4,500 m (for installations beyond 1,000 m, please contact Ingeteam's solar sales department)						
Cooling system	Liquid cooling system and forced air cooling system with temperature control (400V 3 phase + neutral power supply, 50/60 Hz)						
Air flow range	0 - 18,000 m³/h						
Average air flow	12,000 m³/h						
Acoustic emission (100% / 50% load)	57 dB(A) at 10m / 49.7 dB(A) at 10m						
Marking	CE						
EMC and security standards	IEC 62920, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 61000-3-11, IEC 61000-3-12, IEC 62109-1, IEC 62109-2, EN 50178, FCC Part 15, AS3100						
Grid connection standards	IEC 62116, EN 50530, IEC 61683, EU 631/2016 (EN 50549-2, P.O.12.2, CEI 0-16, VDE AR N 4120 ...), G99, South African Grid code, Mexican Grid Code, Chilean Grid Code, Ecuadorian Grid Code, Peruvian Grid code, Thailand PEA requirements, IEC61727, UNE 206007-1, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, IEEE 1547, IEEE1547.1, DEWA (Dubai) Grid code, Abu Dhabi Grid Code, Jordan Grid Code, Egyptian Grid Code, Saudi Arabia Grid Code, RETIE Colombia, Australian Grid Code						

Notes: ⁽¹⁾ Depending on the type of installation and geographical location. Data for STC conditions. ⁽²⁾ V_{mpp,min} is for rated conditions (V_{ac}=1 p.u. and Power Factor=1) and floating systems
⁽³⁾ Consider the voltage increase of the 'V_{oc}' at low temperatures ⁽⁴⁾ Other AC voltages and powers available upon request ⁽⁵⁾ For P_{ac}>25% of the rated power ⁽⁶⁾ For P_{ac}>25% of the rated power and voltage in accordance with IEC 61000-3-4 ⁽⁷⁾ Consumption from PV field when there is PV power available.

Figura 7 – Scheda tecnica Inverter

La tipologia di inverter utilizzata è in grado di seguire il punto di massima potenza del proprio campo fotovoltaico sulla curva caratteristica corrente-tensione (funzione MPPT) e costruiscono l'onda sinusoidale in uscita con la tecnica PWM, così da ottenere l'ampiezza delle armoniche

entro valori stabiliti dalle norme.

Tale inverter è idoneo a trasformare la corrente continua prodotta dalle celle solari in corrente alternata utilizzabile e compatibile con la rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di queste apparecchiature sono compatibili con quelli dei rispettivi campi fotovoltaici.

I convertitori per impianti fotovoltaici sono costruiti con dispositivi a semiconduttore che commutano (si accendono e si spengono) ad alta frequenza (fino a 20kHz). Durante queste commutazioni si generano dei transitori veloci di tensione che possono propagarsi ai circuiti elettrici ed alle apparecchiature vicine dando luogo ad interferenze. Le interferenze possono essere condotte (trasmesse dai collegamenti elettrici) o irradiate (trasmesse come onde elettromagnetiche).

Gli inverter devono essere dotati di marcatura CE, ciò vuol dire che si presume che rispettino le norme che limitano queste interferenze ai valori prescritti, senza necessariamente annullarle. Inoltre le verifiche di laboratorio sono eseguite in condizioni standard che non sono necessariamente ripetute sui luoghi di installazione, dove peraltro possono essere presenti dispositivi particolarmente sensibili. Quindi, per ridurre al minimo le interferenze il convertitore non verrà installato vicino ad apparecchi sensibili, ponendo attenzione alla messa a terra dell'inverter e collegandolo il più a monte possibile nell'impianto dell'utente utilizzando cavidotti separati (sia per l'ingresso dal campo fotovoltaico che per l'uscita in ca).

6.8 OPERE ELETTRICHE

I montaggi elettrici in campo, sono qui di seguito elencati:

- collegamenti dei moduli di ciascuna stringa;
- posa in opera dei quadri di parallelo (stringbox) e collegamento delle rispettive stringhe;
- posa dei cavi di interconnessione tra inverter e quadri di parallelo di sottocampo nei rispettivi canali porta-cavi;
- posa in opera dei collegamenti all'impianto di terra;
- posa in opera dei quadri elettrici di bassa e media tensione nella cabina di raccolta;
- posa in opera e collegamento inverter
- posa in opera apparecchiature del sistema di supervisione e controllo.

6.9 OPERE CIVILI

È prevista la realizzazione di:

- installazione della cabina prefabbricata di conversione e trasformazione;
- montaggio della cabina prefabbricata di raccolta e servizi;
- installazione cavidotti di collegamento dei quadri elettrici di parallelo alle cabine di conversione e trasformazione;
- installazione cavidotti 30 kV di collegamento dalla cabina di trasformazione alla cabina di raccolta;

6.10 CAVI IN MEDIA TENSIONE

I collegamenti di MT dalla cabina di conversione e trasformazione alla cabina di raccolta saranno realizzati mediante cavi ad isolamento solido non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi in caso di incendio conformi al regolamento CPR. In modo particolare verrà studiata e curata la migliore condizione di posa dei cavi di MT, al fine di equilibrare la distribuzione delle correnti nelle singole fasi. Nella posa saranno rispettate le prescrizioni del costruttore, con il fine di mantenere i coefficienti di correzione delle portate di corrente prossimi all'unità.

Avranno le caratteristiche qui di seguito riportate in rapporto alla tipologia del collegamento.

Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARP1H5(AR)E

sezione nominale	diametro conduttore	diametro sull'isolante	diametro esterno nominale	peso del cavo	raggio minimo di curvatura	sezione nominale	posa in aria a trifoglio	posa interrata a trifoglio $\rho=1^{\circ}\text{C m/W}$	$\rho=2^{\circ}\text{C m/W}$
conductor cross-section	conductor diameter	diameter over insulation	nominal outer diameter	weight	minimum bending radius	conductor cross-section	open air installation trefoil	underground installation trefoil $\rho=1^{\circ}\text{C m/W}$	$\rho=2^{\circ}\text{C m/W}$
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)	(mm ²)	(A)	(A)	(A)

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

50	8,2	18,0	31	720	440
70	9,7	19,1	32	810	450
95	11,4	20,6	34	920	480
120	12,9	22,1	35	1040	490
150	14,0	23,4	37	1150	520
185	15,8	25,6	39	1330	550
240	18,2	27,8	41	1570	580
300	20,8	31,0	45	1840	630
400	23,8	34,9	49	2310	690
500	26,7	37,1	52	2720	730
630	30,5	41,5	57	3300	800

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

50	193	173	129
70	240	213	157
95	292	255	190
120	338	291	217
150	381	325	243
185	439	369	276
240	520	430	321
300	601	487	363
400	703	558	417
500	816	637	476
630	949	726	542

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

50	8,2	24,8	38	1060	540
70	9,7	25,1	38	1110	550
95	11,4	26,0	39	1200	560
120	12,9	26,9	40	1300	580
150	14,0	27,6	41	1390	580
185	15,8	29,0	42	1540	610
240	18,2	31,4	45	1790	630
300	20,8	34,6	49	2160	690
400	23,8	37,8	53	2570	750
500	26,7	40,9	56	3020	790
630	30,5	45,5	61	3640	860

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

50	195	173	129
70	242	212	158
95	293	254	190
120	339	290	217
150	382	324	242
185	439	368	275
240	519	428	320
300	599	486	363
400	700	557	416
500	812	636	475
630	943	725	541

Tabella 5 - Caratteristiche tecniche cavo ARP1H5(AR)E – 18/30 kV

6.11 CABINA DI RACCOLTA E SERVIZI

Il parco fotovoltaico prevede una cabina di raccolta, dove confluiscono in ingresso tutte le uscite in MT delle cabine di trasformazione del parco stesso, mentre l'uscita della cabina di raccolta verrà collegata in antenna a una nuova stazione di smistamento a 150kV della RTN.

La cabina dei servizi, sarà adibita a locale tecnico per i sistemi videosorveglianza, di monitoraggio e controllo.

Le cabine saranno di tipo prefabbricato mono-blocco in struttura metallica autoportante, conforme alla norma CEI EN 62271-202.

La cabina di raccolta avrà dimensioni esterne 12,00 m x 3,00 m x 4,00 m, mentre la cabina servizi (control room) avrà dimensioni esterne pari a 12,00 m x 4,33m x 4,96 m.

I passaggi previsti per il transito delle persone, saranno larghi almeno 80 cm, al netto di eventuali sporgenze. La cabina sarà posta su fondazione prefabbricata tipo vasca avente altezza esterna di

60 cm (interna di 50 cm) e dotata di fori di diametro 18 cm a frattura prestabilita in modo da consentire l'ingresso e l'uscita dei cavi MT/BT nei quattro lati. La vasca, che fungerà da vano per i cavi, sarà accessibile da apposita botola posta sul pavimento dei vari locali.

Infine sarà realizzato un impianto di messa a terra tramite dispersore orizzontale ad anello in corda di rame nuda sez. 50 mmq e da n. 6 dispersori verticali in acciaio zincato con profilo a croce 50x50x5 mm di lunghezza 2,5 m.

Saranno installati all'interno delle cabine:

O accessori antinfortunistici: estintore a polvere, lampada di emergenza ricaricabile, guanti isolanti, pedana isolante, cartelli ammonitori vari, schema elettrico di cabina.

6.12 QUADRO MEDIA TENSIONE

La linea elettrica MT proveniente dalle cabine di campo si attesta al quadro di media tensione posto nella cabina di raccolta MT situata all'ingresso del parco fotovoltaico.

Il quadro media tensione (QMT sarà del tipo a prova d'arco interno IAC (Internal Air Classified) conforme alla norma CEI 17-6 Ed. VI, sarà realizzato in lamiera zincata con unità separate protette con interruttori e sezionatori in SF6, è composto da:

- n° 1 unità di protezione, con interruttore, delle linee MT in arrivo dalle cabine di sottocampo;
- n° 1 unità di misura;
- n° 1 unità di partenza, con interruttore, della linea MT di collegamento alla sottostazione di utenza;
- n° 1 unità di protezione con sezionatore e fusibile, del trasformatore servizi ausiliari.
- n° 1 unità di riserva, equipaggiate con interruttore.

I suddetti interruttori, denominati DI (dispositivi d'interfaccia) saranno tutti equipaggiati con i seguenti relè di protezione:

- 50: Max Corrente – Corto Circuito;
- 51: Max Corrente - Sovraccarico;
- 67N: Max Corrente di terra direzionale;
- 59A: Max Tensione;
- 59V0: Max Tensione omopolare
- 27A: Min Tensione
- 81: Max/Min Frequenza

Il quadro conterrà i dispositivi di interruzione e protezione trasformatore e le unità di protezione linea con i relativi TA, TO e TV con caratteristiche elettriche minime di tensione di isolamento pari a 35 kV, corrente di corto circuito 16 kA e portata nominale sbarre 630 A.

6.13 IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE

La società TERNA spa, relativamente all'impianto in oggetto con Codice di Rintracciabilità: 202101507, ha comunicato alla Società X-ELIO ENNA 2 S.R.L. la soluzione di allaccio (STMG) del suddetto impianto e prevede che la centrale venga collegata alla rete di distribuzione AT con tensione nominale di 150 kV tramite inserimento in antenna a 150 kV con una nuova stazione di smistamento a 150 kV della RTN da inserire

in entra - esce sulla linea RTN a 150 kV "Nicoletti – Valguarnera", che dovrà essere collegata, tramite due nuovi elettrodotti RTN a 150 kV, con una futura SE RTN 380/150 kV da inserire sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV "Chiaramonte Gulfi -Ciminna" previsto nel Piano di Sviluppo Terna. Il nuovo elettrodotto in antenna a 150 kV per il collegamento della centrale alla SE RTN 150 kV citata costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 150 kV nella suddetta sezione costituisce impianto di rete per la connessione.

6.14 SOTTOSTAZIONE ELETTRICA MT/AT

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico prevede la connessione alla rete di AT, per la totale cessione dell'energia prodotta. Tale connessione avverrà tramite una sottostazione che raccoglierà l'energia proveniente dalla cabina di raccolta dell'impianto FV, elevando la tensione a quella della linea a 150 kV. L'energia prodotta dall' impianto sarà trasportata alla stazione suddetta mediante cavidotto interrato a 30 kV. L'energia suddetta, ai fini della contabilizzazione, sarà misurata sul lato AT del trasformatore. La soluzione di connessione è stata predisposta da TERNA e prevede che la centrale venga collegata in antenna a 150 kV con una nuova stazione di smistamento a 150 kV della RTN da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 150 kV "Nicoletti – Valguarnera", che dovrà essere collegata, tramite due nuovi elettrodotti RTN a 150 kV, con una futura SE RTN 380/150 kV da inserire sul futuro elettrodotto RTN a 380 kV "Chiaramonte Gulfi -Ciminna" previsto nel Piano di Sviluppo Terna.

Relativamente alla nuova stazione elettrica RTN 150 kV denominata "Assoro 150", da connettere in entra-esce alla linea RTN a 150 kV "Nicoletti – Valguarnera" e alla quale verrà collegato l'impianto fotovoltaico in oggetto, sono state presentate a Terna due possibili alternative progettuali. Da una comparazione delle alternative progettuali si evidenzia che la soluzione migliore in termini di fattibilità tecnico-economica risulta quella indicata come ipotesi "A" e identificata catastalmente al Foglio 49 - Mappale n. 4 (PARTE), 6 (PARTE), 16 (PARTE), 23 (PARTE) del comune di Enna.

Infatti, il lotto sopraindicato, ricade in un'area pianeggiante ad uso agricolo facilmente

raggiungibile provenendo dalla A19 uscendo sulla SP7a fino all'intersezione con la SS192 ed è accessibile attraverso ingresso privato su strada, inoltre la conformazione del terreno e la distanza dalla rete RTN lo rendono adatto alla realizzazione dell'opera prevista.

Questa soluzione non è da ritenere definitiva in quanto è ancora in corso il tavolo tecnico con TERNA.

La Sottostazione di utenza sarà in grado di gestire la potenza nominale dell'impianto e comprenderà sul lato MT, il quadro MT (QMT) con i seguenti scomparti:

- arrivo linee provenienti dalla cabina di raccolta del campo fotovoltaico;
- partenza linea e protezione trasformatore MT/AT.

Per la parte AT, saranno installati su piazzale i seguenti elementi:

- trasformatori trifase in olio minerale 150 kV/30 kV Ynd11 con neutro accessibile;
- terna di scaricatori AT, lato utente;
- terna di trasformatori di tensione fiscali;
- terna di trasformatori di corrente fiscali;
- interruttore AT;
- sezionatore di linea di terra AT;

Per maggiori dettagli sullo sviluppo delle opere di connessione si rimanda ai relativi elaborati tecnici.

6.15 IMPIANTO DI MESSA A TERRA

6.15.1 GENERALITA'

L'impianto di terra da realizzare deve soddisfare le disposizioni imposte dalla normativa CEI vigente in materia; in particolare, si ricorda che l'impianto di terra è costituito dall'intero sistema di conduttori, giunzioni, dispersori al fine di assicurare alla corrente di guasto un ritorno verso terra, attraverso una bassa impedenza.

L'impianto di terra è progettato per garantire le seguenti prestazioni:

- avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- essere in grado di sopportare da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili;
- evitare danni a componenti elettrici ed ai beni;
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di Terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

Le sezioni dei conduttori di terra e di protezione cioè dei conduttori che collegano al dispersore di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti non devono essere inferiori a quelle indicate nella Norma CEI 64-8, CEI 99-2 e CEI 99-3

6.15.2 CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI

I conduttori di terra dovranno essere realizzati con conduttori in rame isolato avente sezioni minime, come riportato di seguito, e dovranno garantire la resistenza meccanica e alla corrosione dei conduttori di terra:

- collegamento piastrine di derivazione 95 mm²;
- collegamento quadri elettrici 95 mm² (n° 2 conduttori derivati dalla sbarra di terra);
- apparecchiature mobili 16 mm²;
- quadri e/o centralini luce 16 mm²;
- rack, tralicci, cancelli, recinzioni, incastellature metalliche 50 mm² (punti di attacco uno ogni 20 metri);
- ponticelli di continuità (protezione scariche atmosferiche) 70 mm²;
- trasformatori MT/BT 185 mm² (n°3 punti di connessione);
- quadri di media 70 mm² (n°2 punti di connessione);
- altri quadri bassa tensione ed inverter 70 mm² (n°2 punti di connessione);
- sezione del conduttore di protezione uguale a quella del conduttore di fase aventi sezione inferiore a 16 mm² e conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase;
- sezione del conduttore di protezione pari a 16 mm² per conduttore di fase maggiore di 16 mm² e minore o uguale a 35 mm² e conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase;
- sezione del conduttore di protezione pari a metà della sezione del conduttore di fase maggiore a 35 mm²;
- la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere in ogni caso inferiore a 2,5 mm² se è prevista una protezione meccanica; 4 mm² se non è prevista una protezione meccanica.

Inoltre l'impianto di terra garantirà la protezione di impianti ed apparecchiature contro l'elettricità statica.

Oltre ai requisiti precedentemente indicati sarà garantita la funzionalità della messa a terra di funzionamento, legata ad apparecchiature o ad interventi di manutenzione che si dovessero

venire a creare. L'impianto di terra dovrà resistere anche alle sollecitazioni meccaniche ed alla corrosione; particolare cura sarà posta nella realizzazione delle connessioni e delle saldature tra le varie parti dell'impianto di terra, al fine di garantire l'adeguata continuità metallica dell'intero impianto di terra.

6.16 RECINZIONE DELL'IMPIANTO

Per garantire la sicurezza dell'impianto, l'area di pertinenza sarà delimitata da una recinzione metallica rivestita in plastica.

La recinzione continua lungo il perimetro dell'area d'impianto sarà costituita da una rete metallica a maglia quadra. Essa offre una notevole protezione da eventuali atti vandalici e costituisce, pertanto, un ostacolo alle intrusioni nel rispetto delle norme di sicurezza.

La recinzione avrà le caratteristiche di seguito descritte, atteso che in fase esecutiva potranno essere apportate delle modifiche in dipendenza della disponibilità di mercato e condizioni contingenti: altezza minima $h_{min} = 2,00$ m con pali di sezione 60x60x1,5 mm disposti ad interassi regolari di circa 2,5 m con 4 fissaggi su ogni pannello ed incastrati alla base su un palo tozzo in e. a. trivellato nel terreno fino alla profondità massima di 1,00 m dal piano campagna.

RETE METALLICA:

- *elettrosaldati con rivestimento protettivo in poliestere.*
- *larghezza mm 2500.*
- *maglie mm 150 x 50.*
- *diametro dei fili verticali mm 5 e orizzontali mm 6.*

PALI:

- *lamiera d'acciaio a sezione quadrata*
- *sezione mm 60 x 60 x 1,5.*
- *giunti speciali per il fissaggio dei pannelli.*

COLORI:

- *verde ral 6005 e grigio ral 7030*

6.17 SERVIZI AUSILIARI

Il sistema dei servizi ausiliari sarà alimentato da una linea dedicata attraverso una nuova utenza in BT. Il quadro BT è alimentato da un accumulatore di carica in grado di alimentare i carichi di tutto l'impianto in caso di blackout. Il sistema fornirà l'energia necessaria per le luci interne,

sistema di videosorveglianza, protezioni, motori degli interruttori, apparati di telecontrollo e telemanovra, condizionatori, ecc.

È prevista la fornitura e posa in opera di un sistema di supervisione degli impianti da ubicare all'interno dei locali tecnici.

Sia negli ambienti esterni sia in quelli interni sarà curata la fornitura e posa in opera degli accessori di completamento e dei presidi antinfortunistici, quali: schemi, cartelli monitori, cartelli di segnalazione, cartelli con le istruzioni di pronto soccorso, guanti isolanti, tappeti isolanti ed estintori.

6.18 SISTEMA DI PROTEZIONE E MONITORAGGIO

L'area di impianto sarà controllata da un sistema centralizzato di controllo in sala quadri e un sistema di telecontrollo da una o più postazioni remote.

I sistemi di controllo (comando e segnalazione), protezione e misura sono collegati con cavi tradizionali multifilari alle apparecchiature di alta tensione e con cavi a fibre ottiche alla sala quadri centralizzata. Essi hanno la funzione di provvedere al comando, agli interblocchi tra le apparecchiature elettriche e alla elaborazione dei comandi in arrivo dalla sala quadri e a quella dei segnali e misure da inoltrare alla stessa. I sistemi di controllo, di protezione e di misura centralizzati sono interconnessi tra loro e con le apparecchiature installate tramite cavi a fibre ottiche e hanno la funzione di connettere l'impianto con i sistemi remoti di telecontrollo.

6.19 SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA

L'impianto di allarme sarà costituito da sistema antintrusione perimetrale con sistema tipo ad infrarossi o barriera a microonda e sistema di videosorveglianza a circuito chiuso realizzato con telecamere perimetrali. Le zone maggiormente sensibili che devono essere costantemente monitorate possono essere individuate in:

- recinzione perimetrale (per intero);
- cancelli di ingresso all'impianto;
- viabilità di accesso.

Le telecamere saranno collegate a sistemi di registrazione di rete NVR IP per una completa gestione di preset automatizzati e gestione allarmi integrata, compresa visibilità in infrarosso. Il sistema prevede la registrazione e la comunicazione all'esterno di streaming ottimizzati per visualizzazione da remoto.

6.20 SISTEMA DI ACCUMULO (BESS - BATTERY ENERGY STORAGE SYSTEM)

Uno sviluppo sostenuto dei sistemi di accumulo, grazie appunto ai servizi che sono in grado di erogare verso la rete, è il fattore abilitante per una penetrazione delle Fonti Rinnovabili Non Programmabili (FRNP) molto spinta, che altrimenti il sistema elettrico nazionale non sarebbe in grado di accogliere in maniera sostenibile per la rete.

Vengono di seguito elencate tutte le applicazioni e i servizi di rete che possono essere erogati dalle batterie:

- Arbitraggio: differimento temporale tra produzione di energia (ad esempio da fonte rinnovabile non programmabile, FRNP) ed immissione in rete della stessa, per sfruttare in maniera conveniente la variazione del prezzo di vendita dell'energia elettrica.
- Regolazione primaria di frequenza: regolazione automatica dell'erogazione di potenza attiva effettuata in funzione del valore di frequenza misurabile sulla rete e avente l'obiettivo di mantenere in un sistema elettrico l'equilibrio tra generazione e fabbisogno.
- Regolazione secondaria di frequenza: regolazione automatica dell'erogazione di potenza attiva effettuata sulla base di un segnale di livello inviato da Terna e avente l'obiettivo di ripristinare gli scambi di potenza alla frontiera ai valori di programma e di riportare la frequenza di rete al suo valore nominale.
- Regolazione terziaria e Bilanciamento: regolazione manuale dell'erogazione di potenza attiva effettuata a seguito di un ordine di dispacciamento impartito da Terna e avente l'obiettivo di: ristabilire la disponibilità della riserva di potenza associata alla regolazione secondaria, risolvere eventuali congestioni, mantenere l'equilibrio tra carico e generazione.
- Regolazione di tensione: regolazione dell'erogazione di potenza reattiva in funzione del valore di tensione misurato al punto di connessione con la rete e/o in funzione di un setpoint di potenza inviato da Terna.

6.20.1 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA DI STORAGE

La tecnologia delle batterie agli ioni di litio è attualmente lo stato dell'arte per efficienza, compattezza, flessibilità di utilizzo.

Un sistema di accumulo, o BESS, è costituito dai seguenti elementi principali:

- BAT: batteria di accumulatori elettrochimici, del tipo agli ioni di Litio;
- BMS: il sistema di controllo di batteria (Battery Management System);

- BPU: le protezioni di batteria (Battery Protection Unit);
- PCS: il convertitore bidirezionale caricabatterie-inverter (Power Conversion System);
- EMS: il sistema di controllo EMS (Energy management system);
- AUX: gli ausiliari (HVAC, antincendio, ecc.).

Il collegamento del BESS alla rete avviene normalmente mediante un trasformatore innalzatore BT/MT, e un quadro di parallelo dotato di protezioni di interfaccia. I principali ausiliari sono costituiti dalla ventilazione e raffreddamento degli apparati. L'inverter e le protezioni sono regolamentati dalla norma nazionale CEI 0-16. Le batterie vengono dotate di involucri sigillati per contenere perdite di elettrolita in caso di guasti, e sono installate all'interno di container.

La capacità del BESS è scelta in funzione al requisito minimo per la partecipazione ai mercati del servizio di dispacciamento, che richiede il sostenimento della potenza offerta per almeno 2 ore opportunamente sovradimensionata per tener conto delle dinamiche intrinseche della tecnologia agli ioni di litio (efficienza, energia effettivamente estraibili), mentre la potenza del sistema viene dimensionata rispetto alla potenza dell'impianto fotovoltaico:

Secondo la letteratura la potenza nominale del BESS, in funzione della potenza del parco fotovoltaico di circa 50 MWp, risulta essere ottimale a circa 21 MW;

La capacità minima della batteria per garantire il funzionamento pari a 2 h risulta: 42 MWh; considerate le perdite di potenza, di conversione e di efficienza nel tempo si è ritenuto opportuno dimensionare la capacità di accumulo in 84,00 MWh.

In ogni situazione di esercizio, comunque, il sistema di accumulo sarà gestito al fine di immettere in rete una potenza massima complessiva (inclusa la potenza dell'impianto fotovoltaico) non superiore alla potenza dell'impianto fotovoltaico.

Schema for grid-connected mode

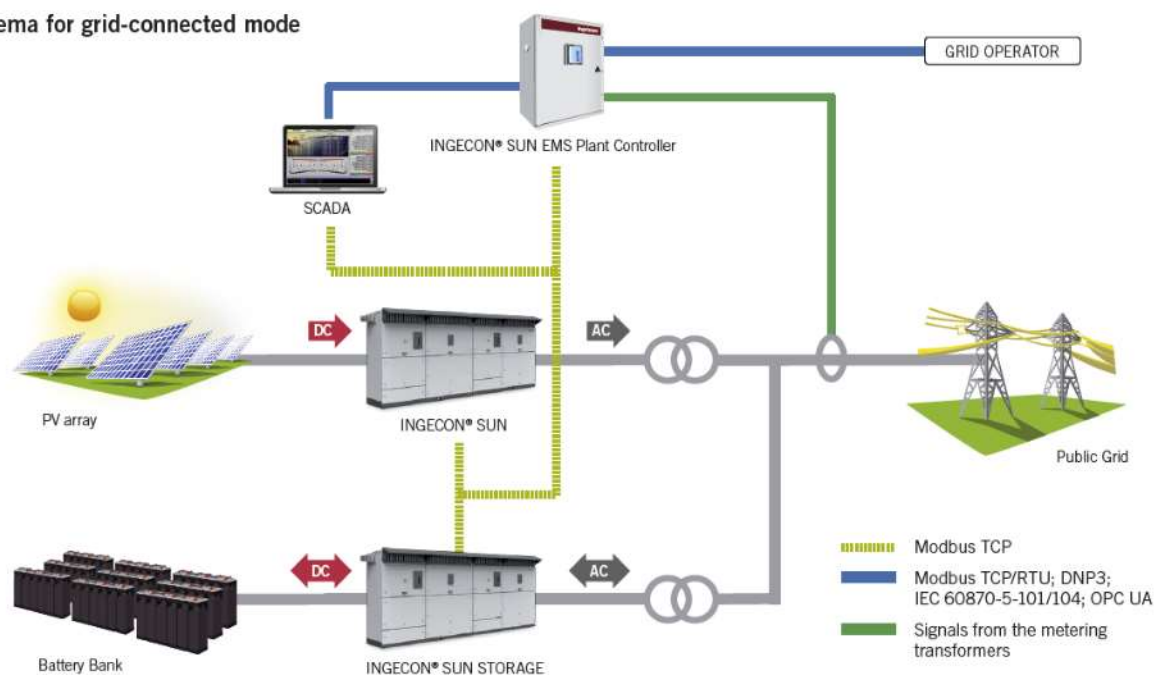


Figura 8 – Esempio architettura sistema di storage per applicazioni fotovoltaiche grid-connected

6.20.2 CONTAINER

I container sono progettati per ospitare le apparecchiature elettriche, garantendo idonee segregazioni per le vie cavi (canalizzazioni e pavimento flottante), isolamento termico e separazione degli ambienti, spazi di manutenzione e accessibilità dall'esterno.

Nel caso specifico del nostro impianto sono previsti n. 48 container removibili ciascuno avente capacità di accumulo di circa 2,3 MWh e di dimensioni 6,7 m x 2,9 m x 2,4 m, dotati di condizionamento interno "HVAC" come l'esempio sotto riportato.



Figura 9 – Esempio container di accumulo del tipo 20ft e capacità 2,3 MWh

Particolare cura sarà posta nella sigillatura della base del container batterie. Per il locale rack batterie saranno realizzati setti sottopavimento adeguati alla formazione di un vascone di contenimento, che impedisca la dispersione di elettrolita nel caso incidentale.

I container batterie e inverter saranno appoggiati su una struttura in cemento armato, tipicamente costituita da una platea di fondazione appositamente dimensionata in base all'attuale normativa. La quota di appoggio dei container sarà posta a circa 25 cm dal piano di campagna, al fine di evitare il contatto dei container con il suolo e con l'umidità in caso di pioggia.

Per maggiori dettagli sullo sviluppo del sistema di accumulo si rimanda ai relativi elaborati tecnici.

6.21 VERIFICHE TECNICHE FUNZIONALI

Al termine dei lavori la ditta installatrice dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto sarà realizzato con componenti che assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

a) Condizione da verificare: $P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$;

in cui:

- P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;
- P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;
- I è l'irraggiamento [W/m^2] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;
- I_{STC} , pari a $1000 W/m^2$, è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione deve essere verificata per $I > 600 W/m^2$.

b) condizione da verificare: $P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc}$.

in cui:

- P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente generata dai moduli fotovoltaici continua in corrente alternata, con precisione migliore del 2% .

La misura della potenza P_{cc} e della potenza P_{ca} deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento (I) sul piano dei moduli superiore a $600 W/m^2$.

Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a $40^\circ C$, è ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa. In questo caso la condizione a) precedente diventa:

$$a') P_{cc} > (1 - P_{tpv} - 0,08) \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$$

Ove P_{tpv} indica le perdite termiche del generatore fotovoltaico (desunte dai fogli di dati dei moduli), mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono tipicamente assunte pari all'8%.

Le perdite termiche del generatore fotovoltaico P_{tpv} , nota la temperatura delle celle fotovoltaiche T_{cel} , possono essere determinate da:

- $P_{tpv} = (T_{cel} - 25) * \gamma / 100$

oppure, nota la temperatura ambiente T_{amb} da:

- $P_{tpv} = [T_{amb} - 25 + (NOCT - 20) * I / 800] * \gamma / 100$

in cui:

- γ : Coefficiente di temperatura di potenza (parametro, fornito dal costruttore, per moduli in silicio cristallino è tipicamente pari a $0,4 \div 0,5 \text{ } \%/^{\circ}\text{C}$).
- NOCT: Temperatura nominale di lavoro della cella (parametro, fornito dal costruttore, è tipicamente pari a $40 \div 50^{\circ}\text{C}$, ma può arrivare a 60°C per moduli in vetrocamera).
- T_{amb} : Temperatura ambiente; nel caso di impianti in cui una faccia del modulo sia esposta all'esterno e l'altra faccia sia esposta all'interno di un edificio (come accade nei lucernai a tetto), la temperatura da considerare sarà la media tra le due temperature.
- T_{cel} : è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; può essere misurata mediante un sensore termoresistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo.

La produzione di energia elettrica per conversione fotovoltaica dell'energia solare non causa immissione di sostanze inquinanti nell'atmosfera ed ogni kWh prodotto con fonte fotovoltaica consente di evitare l'emissione di $0,3 - 0,5 \text{ kg}$ di CO_2 (gas responsabile dell'effetto serra, prodotto con la tradizionale produzione termoelettrica che, in Italia, rappresenta l'80% circa della generazione elettrica nazionale).

7. ANALISI DELLE FASI DI LAVORO RIGUARDANTI SOLO L'AREA DELL'IMPIANTO FV E CONSEGUENTI INTERFERENZE CON I RICETTORI SENSIBILI

7.1 PREPARAZIONE DELLA VIABILITÀ DI ACCESSO AL CANTIERE E ALLE AREE DI STOCCAGGIO

Descrizione fase di lavoro

Operatori specializzati dotati, di macchine operatrici (ruspe, escavatori tipo terna, autocarri, rullo compressore), provvederanno alla manutenzione delle strade interne esistenti, tramite eliminazione delle erbe infestanti e piante cespugliose che invadono attualmente le carreggiate, poiché trattasi di assi viari non abitualmente percorsi. Verrà regolarizzato il fondo stradale esistente con l'uso di ruspa o terna e con la creazione di un piccolo cassonetto in ghiaia di varia granulometria, adeguatamente compattata tramite rullo compressore.

Interferenze con i punti sensibili circostanti

In questo caso i punti sensibili saranno rappresentati sia dai fabbricati abitati, sia dalla viabilità interessata dalle operazioni che, in questa fase di preparazione, evidenzierà momenti di impraticabilità temporanea, da limitare a determinati orari nell'arco della giornata dove normalmente si registrerà il minor utilizzo per il transito veicolare locale. Le interferenze saranno rappresentate dal rumore causato dai lavori di sistemazione della viabilità, dal sollevamento di polveri e dall'eventuale momentaneo disagio per il traffico locale da e per le residenze. Data la limitata circolazione, conseguente alla scarsità di popolazione servita, ed il beneficio futuro che gli abitanti potranno trarre dall'usufruire di una viabilità accuratamente sistemata e mantenuta durante tutta la fase di cantiere e nel susseguirsi degli anni, possiamo definire le interferenze di questa fase come di lieve intensità rispetto allo stato attuale.

Inoltre i flussi di circolazione veicolare degli autocarri in entrata ed uscita dal cantiere, sarà opportunamente regolamentata al fine di evitare ogni sorta di disagio oltre ad effettuare continue innaffiature per ovviare al sollevamento di polvere nei periodi estivi e/o siccitosi.

7.2 IMPIANTO DEL CANTIERE E PREPARAZIONE DELLE AREE DI STOCCAGGIO

Descrizione fase di lavoro

L'impianto di cantiere riguarda tutte le azioni necessarie per delimitare e realizzare le piazzole di stoccaggio dei materiali, sosta delle macchine, nonché i punti di installazione delle cabine di servizio per il personale addetto e i piccoli attrezzi (ufficio, spogliatoi, servizi igienici, spazio mensa, depositi per piccola attrezzatura e minuterie, ecc).

Tali lavori comprenderanno:

- livellamento e/o spianamento aree per impianto del cantiere;
- rullatura dell'area al fine di avere un fondo compatto e consistente capace di sopportare il traffico veicolare per le manovre necessarie da compiere entro tali aree;
- l'infissione dei pali in legno o metallo lungo tutti i perimetri interessati;
- la recinzione con rete con ingressi dotati di cancelli metallici;
- realizzazione impianto di illuminazione e di videosorveglianza comprensivo dei lavori di cavo, posa cavidotti, passaggio cavi e rinterro.

Interferenze con i punti sensibili circostanti

In questo caso i punti sensibili saranno rappresentati dai fabbricati abitati. Le interferenze possibili potranno essere rappresentate dal rumore per i lavori di sistemazione delle aree, e dal sollevamento di polveri. Data la posizione particolarmente isolata e distante di dette aree rispetto ai ricettori sensibili, possiamo definire le interferenze di questa fase come di lieve intensità

rispetto allo stato attuale.

7.3 PULIZIA DEI TERRENI DALLE PIANTE INFESTANTI

Descrizione fase di lavoro

Operatori addetti provvederanno alla pulizia del terreno tramite l'uso di trincia erba, al fine di rendere il terreno privo di ostacoli vegetali e facilmente accessibile ai tecnici per le successive operazioni di picchettamento delle aree.

Interferenze con i punti sensibili circostanti

Per questa particolare fase di lavoro, le interferenze saranno solamente di carattere sonoro poiché difficilmente si potranno registrare emissioni di polveri nel caso di tritatura delle erbe infestanti soprattutto se praticata allo stato verde come sarà cura eseguire. Le emissioni sonore, in questo caso, saranno pressoché equivalenti a quelle generalmente rilevabili per una consueta fase lavorativa rivolta alla pulizia del campo durante le coltivazioni a scopo agricolo. Possiamo quindi definire le interferenze di questa fase come indifferenti rispetto allo stato attuale.

7.4 PICCHETTAMENTO DELLE AREE INTERESSATE

Descrizione fase di lavoro

I tecnici di cantiere attraverso l'uso di adeguate strumentazioni topografiche individueranno sul terreno i limiti e i punti planimetrici caratteristici del progetto.

Interferenze con i punti sensibili circostanti

Per questa fase di lavoro non sono previste interferenze di nessun genere con i punti sensibili. Possiamo quindi definire le interferenze di questa fase come indifferente rispetto allo stato attuale.

7.5 LIVELLAMENTO DEI TERRENI INTERESSATI

Descrizione fase di lavoro

Attraverso l'utilizzo di appropriate macchine operatrici (bulldozer, macchine livellatrici) si provvederà al livellamento del terreno dalle asperità superficiali al fine di rendere agevoli le lavorazioni successive. Tale lavorazione interesserà solo lo strato superficiale del terreno per una profondità massima di 20-30cm, al fine di ottenere una superficie il più possibile regolare nel rispetto dell'andamento naturale del terreno.

Interferenze con i punti sensibili circostanti

Per questa particolare fase di lavoro le interferenze saranno rappresentate sia dall'emissione sonora, sia dalla produzione di polveri. Esse, per quanto inevitabili e difficilmente mitigabili,

avranno un'intensità paragonabile a quella riconducibile ad una fase lavorativa ordinariamente eseguita per il livellamento dei campi per scopi di coltivazione agricola. Possiamo quindi definire le interferenze di questa fase come indifferenti rispetto allo stato attuale.

Anche detta lavorazione andrà preferibilmente eseguita quando si è concluso il ciclo riproduttivo della piccola fauna selvatica al fine di non distruggere o disturbarne l'habitat insediativo.

7.6 RIFORNIMENTO DELLE AREE DI STOCCAGGIO E TRANSITO DEGLI ADDETTI ALLE LAVORAZIONI

Descrizione fase di lavoro

Durante tale fase operatori specializzati con l'utilizzo di autocarri provvederanno all'approvvigionamento delle aree di stoccaggio dei materiali conferendovi: carpenterie metalliche, moduli (o pannelli), materiale elettrico (cavidotti e cavi), minuteria metallica, ecc. Inoltre, per mezzo di autovetture, pulmini, o piccoli autocarri, giungeranno sul cantiere maestranze di varia specializzazione. Tali attività devono essere sempre considerate sia in entrata che in uscita tenendo presente che dovranno giungere in cantiere circa: 77.040 moduli (o pannelli), 4.074 telai porta-moduli in metallo, cavidotti di vario diametro, cavi elettrici raccolti in bobine di legno, cabine completamente cablate con inverter e trasformatori BT/MT. Oltre alle attrezzature e le merci circolanti in cantiere, occorrerà considerare anche le maestranze che ogni giorno saranno presenti in loco.

Interferenze con i punti sensibili circostanti

Le interferenze maggiori in questo caso saranno dovute al traffico veicolare sia per raggiungere le aree per lo scarico dei materiali, che per arrivare ai vari punti di lavoro con auto o macchine operatrici. In questa fase si registrerà un inevitabile incremento della pressione sonora. Possiamo quindi definire le interferenze di questa fase come di media intensità rispetto allo stato attuale. Gli effetti del traffico veicolare, in entrata ed in uscita dall'area di cantiere, potranno essere però mitigati tramite obblighi e opportune limitazioni quali quelle di mantenere velocità moderate (max tra 30 e 40 km/h) al fine di limitare l'innalzamento di polveri e garantire un adeguato grado di sicurezza.

7.7 MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE ATTREZZATURE ALL'INTERNO DEL CANTIERE

Descrizione fase di lavoro

Durante questa fase si effettua la movimentazione di materiale all'interno del cantiere tramite l'utilizzo di muletti o gru semovente al fine di scaricare il materiale dagli autocarri e a

immagazzinarlo in apposite piazzole adattate per lo stoccaggio. Da tali piazzole il materiale successivamente verrà spostato tramite rimorchi trainati da trattori negli appositi luoghi di utilizzo.

Interferenze con i punti sensibili circostanti

Possiamo definire le interferenze di questa fase come di media intensità rispetto allo stato attuale.

7.8 RECINZIONE DELLE AREE CHE DOVRANNO OSPITARE I PANNELLI

Descrizione fase di lavoro

La costruzione della recinzione delle aree che ospiteranno i pannelli servirà per delimitare i campi fotovoltaici ed evitare l'ingresso a persone non addette all'impianto comprenderà le seguenti attività:

- l'infissione dei pali in metallo lungo tutti i perimetri interessati,
- la posa di recinzione con rete metallica con ingressi dotati di cancelli metallici,
- la posa pali per impianto di illuminazione e di videosorveglianza.

Interferenze con i punti sensibili circostanti

Durante questa fase non si registreranno interferenze né di tipo acustico né conseguenti al sollevamento di polveri in quanto l'operazione di infissione tramite pressione statica (non tramite battitura), sarà eseguita a bassi livelli sonori in cui l'unica emissione di rumore sarà prodotta dal motore della macchina operatrice. Infatti l'operazione di infissione statica dei supporti, non produrrà né rumore né polveri in qualsiasi condizione di lavoro venga eseguita. Identicamente la posa della rete, eseguita con l'ausilio di macchina operatrice e operatori a terra con attrezzi manuali, non produrranno rumori rilevanti. Possiamo quindi definire le interferenze di questa fase come indifferenti rispetto allo stato attuale. Non si segnalano interferenze sulla fauna e sulla flora giacché la medesima non sarà presente in sito durante questa fase dei lavori perché eseguita a campo pulito e aperto.

7.9 INFIESSIONE DEI SUPPORTI NEL TERRENO

Descrizione fase di lavoro

Durante tale fase operatori specializzati con l'utilizzo di idonea macchina dedicata, provvederanno alla infissione nel terreno, tramite macchina battipalo, dei supporti su cui andranno appoggiati, con idoneo ancoraggio, i telai metallici di sostegno dei moduli (o pannelli).

Interferenze con i punti sensibili circostanti

Durante questa fase non vi saranno interferenze dalla produzione di polveri in quanto l'operazione ad infissione avverrà tramite battitura ed sarà eseguita a bassi livelli sonori in cui

L'unica emissione di rumore sarà quella proveniente dal motore della macchina operatrice.

7.10 MONTAGGIO TELAI METALLICI DI SUPPORTO DEI MODULI

Descrizione fase di lavoro

Durante tale fase operatori specializzati provvederanno al montaggio dei supporti, costituiti da telai metallici, sui quali andranno ancorati i moduli (o pannelli).

Interferenze con i punti sensibili circostanti

L'unica interferenza con i ricettori si limiterà al rumore dovuto al transito dei mezzi (muletti, trattori con rimorchio) per il trasporto dei materiali. Possiamo quindi definire le interferenze di questa fase come lievi rispetto allo stato attuale.

Non si segnalano interferenze sulla fauna e sulla flora giacché la medesima non sarà presente in sito durante questa fase dei lavori perché eseguita a campo pulito e aperto.

7.11 SCAVO TRINCEE, POSA CAVIDOTTI E RINTERRI PER TUTTA L'AREA INTERESSATA.

Descrizione fase di lavoro

Attraverso l'uso di appropriate macchine operatrici (escavatori cingolati e/o gommati) si provvederà allo scavo delle trincee per la posa delle condotte in cui saranno posti i cavi per la bassa e la media tensione. Le trincee avranno profondità dipendente dal tipo di intensità di corrente elettrica che dovrà percorrere i cavi interrati. Tale lavorazione interesserà solo alcune fasce limitate del terreno su cui sarà ubicato l'impianto.

Interferenze con i punti sensibili circostanti

Per questa particolare fase di lavoro le interferenze saranno sia di tipo sonoro sia relative alla produzione di polveri. In particolare le emissioni sonore in questo caso sono paragonabili a quelle relative ad una consueta lavorazione dei campi per scopi di coltivazione agricola. Le emissioni di polveri saranno invece limitate, dato che la lavorazione sarà effettuata con terreno leggermente umido (terreno movimentato in profondità e, pertanto, umido in qualsiasi stagione venga eseguito detto intervento).

Possiamo quindi definire le interferenze di questa fase come lievi rispetto allo stato attuale e al contesto in cui avvengono.

7.12 REALIZZAZIONE RETE DI DISTRIBUZIONE DAI PANNELLI ALLE POWER STATION (P.S.) E RISPETTIVO CABLAGGIO INTERNO

Descrizione fase di lavoro

Si tratta del collegamento tra i pannelli e la relativa cabina di conversione/trasformatore (P.S.). Ad ogni cabina saranno collegati tutti i pannelli necessari per raggiungere la potenza massima di 50,076 MWp. La fase di lavoro comprenderà anche la collocazione delle cabine sul terreno in precedenza perfettamente livellato e costipato.

Interferenze con i punti sensibili circostanti

La fase di lavoro sopra indicata non creerà interferenze in quanto trattasi del semplice inserimento dei cavi elettrici all'interno dei cavidotti già precedentemente posti in opera e del collegamento tramite morsettiere e idonei spinotti ai singoli pannelli e stringhe fino alle cabine. Tali lavori saranno per lo più di tipo manuale con l'utilizzo di piccole attrezzature mentre, le cabine giungeranno in cantiere già complete delle attrezzature elettriche e dei cablaggi. Possiamo quindi definire le interferenze di questa fase come indifferenti rispetto allo stato attuale.

7.13 CABLAGGIO DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE DALLE CABINE DI CONVERSIONE/TRASFORMAZIONE E LA CABINA DI RACCOLTA

Descrizione fase di lavoro

Si tratta del collegamento tra la cabina di conversione - trasformazione, e quella di raccolta. La fase di lavoro comprende il semplice inserimento dei cavi elettrici all'interno dei cavidotti già in opera e il collegamento degli stessi tramite morsettiere fino alla sottostazione.

Interferenze con i punti sensibili circostanti

Questa fase di lavoro consisterà nell'inserimento dei cavi elettrici all'interno dei cavidotti già precedentemente posti in opera e del loro collegamento tramite morsettiere. Tali operazioni saranno per lo più di tipo manuale con l'utilizzo di piccole attrezzature tranne il tiro dei cavi che verrà effettuato con l'ausilio di idonei mezzi meccanici considerato la notevole mole degli stessi. Le macchine operatrici utilizzate saranno, ovviamente, a norma con le emissioni di rumorosità ricomprese entro i limiti di legge. Non si registreranno in questa fase lavorativa innalzamenti di polveri. Possiamo quindi definire le interferenze di questa fase come lievi rispetto allo stato attuale.

7.14 RIMOZIONE DELLE AREE DI CANTIERE E REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI MITIGAZIONE

Descrizione fase di lavoro

Trattasi della fase conclusiva del cantiere, avendo terminato le lavorazioni per la realizzazione del parco fotovoltaico. Contemporaneamente verranno realizzate le opere di mitigazione previste, quali l'impianto di nuove siepi e fasce di alberature già di notevole altezza, posa a dimora di piante rampicanti lungo la recinzione dei vari campi fotovoltaici, semina delle piante erbacee tappezzanti, ecc. Tale arricchimento con piante arbustive, del tipo a produzione di bacche, verrà effettuata per la tenuta del terreno, per aumentare la mitigazione in alcuni punti e per l'alimentazione naturale della piccola fauna selvatica.

Interferenze con i punti sensibili circostanti

Le interferenze saranno di tipo sonoro legate ai lavori di carico delle attrezzature di cantiere da rimuovere con muletti, macchine operatrici di vario genere, e legate al traffico veicolare che anche in questa fase sarà certamente superiore allo stato pre-operam e post-operam.

Possiamo quindi definire le interferenze di questa fase come lievi rispetto allo stato attuale.

Riguardo alle lavorazioni per la realizzazione delle opere di mitigazione, legate essenzialmente al potenziamento o nuova realizzazione di zone a verde, il tutto potrà essere paragonato a operazioni agricole di media intensità e, quindi, in linea con la destinazione generale della zona.

7.15 DEFINIZIONE E ALLESTIMENTO AREA DI CANTIERE PERMANENTE

Descrizione fase di lavoro

Tale fase comprende le operazioni di definizione dell'area di cantiere, destinata ad ospitare macchine e attrezzature indispensabili alla gestione del parco per un lasso di tempo minimo ventennale o venticinquennale e, comunque, legato agli sviluppi tecnici e tecnologici in questo particolare settore delle energie alternative.

Interferenze con i punti sensibili circostanti

In questo caso i punti sensibili sono rappresentati dal solo fabbricato già sede del cantiere principale. Pertanto, l'operazione di allestimento sarà limitata alla riduzione delle attrezzature presenti e quindi indifferente rispetto allo stato attuale.

7.16 GESTIONE ED ESERCIZIO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Descrizione fase di lavoro

La gestione dell'impianto comprenderà le seguenti lavorazioni, alcune delle quali durante l'arco dell'anno avranno cadenza regolare e ripetitiva, altre varieranno col variare delle esigenze stagionali e/o meteorologiche, altre ancora presenteranno un carattere di continuità:

- attività di controllo e vigilanza dell'impianto che si protrarrà per l'intero arco della

giornata (24 ore) tramite la verifica a vista diretta e/o con l'ausilio di sistemi integrati di sorveglianza e d'informatizzazione (video-sorveglianza, controllo remoto, sistemi automatici di allarme, ecc.);

- monitoraggio giornaliero della funzionalità tecnica e produttiva dell'impianto;
- controllo visivo e verifica dei componenti elettrici costituenti l'impianto, sia per quello che concerne la produttività che la protezione;
- pulizia dei moduli (o pannelli) ogni qualvolta le condizioni climatico-atmosferiche lo dovessero richiedere (successivamente a precipitazioni piovose ad alta concentrazione di fanghi e sabbie o nei periodi particolarmente siccitosi e polverosi), tramite lavaggio da effettuarsi con ausilio di botte irroratrice (carro botte trainato da trattore a ruote) al fine di garantire la pressione necessaria (almeno 10 bar) in grado di asportare le impurità sugli specchi. Per il lavaggio non verranno usati additivi o solventi di nessuna sorta;
- mantenimento del terreno con falciature, leggere scarificature, semina periodica dei prati, cura delle nuove e vecchie piantagioni arboree e arbustive tramite potature e integrazione delle piante non attecchite.

Lo sfalcio dei corridoi situati tra le due file contigue di pannelli sarà effettuato con adeguato macchinario (trincia sarmenti azionato da trattore a ruote) mentre al di sotto dei pannelli medesimi verrà utilizzato eventuale decespugliatore azionato a mano. L'erba tranciata verrà lasciata sul terreno allo scopo di costituire una ideale pacciamatura superficiale. Di norma, si prevedono uno o due sfalci durante l'anno da compiersi nel periodo più opportuno per non interferire con i cicli riproduttivi e con le catene alimentari della fauna selvatica presente nel comprensorio;

- monitoraggio degli effetti della presenza dell'impianto a regime;
- ipotesi di realizzazione a breve-medio termine di attività didattico-formativa nell'area occupata dall'impianto, tramite visite guidate, eventuali convegni e/o seminari o corsi formativi per scuole di vario livello (elementari, e medie inferiori e/o superiori) finalizzati alla sensibilizzazione ed approfondimento dei temi ambientali e del loro connubio con strutture di produzione energetica da fonti rinnovabili, inesauribili e prive di effetti diretti e/o collaterali inquinanti.

Interferenze con i punti sensibili circostanti

A livello di interferenze con i ricettori sensibili la fase della gestione corrisponde a quello che può essere la normale attività di una azienda agricola per cui si può fin da ora affermare che le interferenze saranno indifferenti rispetto alla condizione allo stato attuale.

8. FASI DI DISMISSIONE DELL'IMPIANTO

Premessa

La durata massima dell'impianto oggetto di valutazione è ipotizzabile, come affermato precedentemente, in circa 30 anni e la sua dismissione sarà ovviamente rappresentata dallo smontaggio e rimozione di tutte le componenti a suo tempo impiegate per la costruzione e l'esercizio, al fine di ripristinare lo stato originale dei luoghi. Al momento, ed in prospettiva futura, il proponente ha elaborato un piano, per quanto di massima, piuttosto articolato per il recupero delle componenti tecnologiche finalizzato al loro pressoché totale riciclaggio (pannelli in silicio cristallino, filamenti e apparecchiature elettriche, strutture metalliche, ecc.). Le restanti porzioni (cabine prefabbricate, eventuali platee in conglomerato cementizio, pozzetti in cls, ecc.) saranno invece smaltite tramite il conferimento a strutture specializzate ed autorizzate in tal senso. Per tali opere di smantellamento (visto la loro modestia rispetto a quella di installazione) si prevedono, a differenza di quelli ipotizzati per la costruzione, tempi notevolmente più brevi e meno impattanti sotto ogni profilo con particolare riguardo alla pressione acustica esercitata ed all'impiego di manovalanza e mezzi d'opera nel luogo (per durata e quantità). I metodi e le specifiche operazioni di dismissione di questo impianto (parte propriamente tecnologica) andranno comunque valutati con la dovuta attenzione al momento opportuno (tra 20 anni circa), in virtù degli sviluppi tecnologici che si potranno registrare nel futuro più o meno prossimo ma che al momento non debbono comunque essere sottovalutati. Gli studi in continuo sviluppo riguardo al fotovoltaico e alla tutela ambientale più in generale, fanno ben sperare sull'utilizzo futuro e in larga scala di questi sistemi sempre più evoluti e sempre meno impattanti per la produzione energetica pulita e rinnovabile, che non escludono a priori l'eventuale riciclaggio in loco di vecchie tecnologie, per quel tempo obsolete, senza la necessità di smaltimenti faraonici o estremamente impegnativi.

8.1 PIANO DI DISMISSIONE - LE PARTI DELL'IMPIANTO

Le porzioni che costituiranno l'impianto in oggetto possono essere come di seguito suddivise ed elencate:

- cabina di raccolta e servizi;
- prefabbricati di alloggiamento del gruppo inverter trasformatore, preferibilmente metallico;
- moduli, in silicio cristallini, installati a terra a mezzo di strutture metalliche;
- supporti dei moduli in profilati di acciaio zincato a caldo o alluminio ancorati tramite avvitatura o infissione nel terreno;

- cavi elettrici di vario genere e sezione entro cavidotti interrati con pozzetti di ispezione;
- recinzione perimetrale dell'area completa di passi carrabili e cancelli;
- altre opere e componenti correlate e di completamento (impianti di illuminazione, sistemi di videosorveglianza ed antintrusione, ecc.).

8.2 ANALISI CICLO DI VITA DEI MODULI FOTOVOLTAICI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

È importante anzitutto precisare che le celle fotovoltaiche, sebbene garantite solo 20/25 anni per quanto riguarda l'efficienza produttiva riconducibile ad attività di produzione elettrica fotovoltaica, essendo costituite da materiale inerte quale il silicio, garantiscono cicli di vita di per sé ben superiori. Infatti la caduta di efficienza dei moduli fotovoltaici è solo dovuta al calo di prestazione prodotta dal degrado dei materiali che costituiscono la stratigrafia del modulo, tra cui: vetro (diminuzione della trasparenza) fogli di EVA.

Del modulo fotovoltaico potranno quindi essere recuperati e riciclati almeno il vetro di protezione, le celle di silicio, la cornice in alluminio ed il rame dei cavi, che insieme rappresentano circa il 98% dell'intera massa.

Anche l'inverter, elemento "ricco" di materiali pregiati (componentistica elettronica) costituisce un componente dell'impianto fotovoltaico a cui in fase di smaltimento dovrà essere prestata la dovuta attenzione. Tutti i filamenti in rame potranno essere recuperati, così come il metallo delle strutture di sostegno. In sintesi, il fotovoltaico può essere considerato tra tutti gli impianti di produzione di energia elettrica quello che più di ogni altro si compone di materiali riciclabili e che, durante il suo periodo di funzionamento interferisce minimamente con il sito di installazione, sia in termini di inquinamento atmosferico (non generando fumi), di inquinamento delle falde acquifere e del suolo (non generando scarichi) pressione sonora (non avendo parti in movimento).

8.3 DESCRIZIONE DEL PIANO DI DISMISSIONE

L'impianto presumibilmente sarà dismesso a distanza di 30 anni dalla sua realizzazione e le principali fasi del piano di dismissione possono essere come di seguito elencate e riassunte:

1. sezionamento impianto;
2. scollegamento serie moduli fotovoltaici;
3. scollegamento cavi;
4. smontaggio moduli fotovoltaici dalla struttura di sostegno;
5. confezionamento moduli in appositi contenitori;

6. smontaggio sistema di illuminazione;
7. smontaggio sistema di videosorveglianza;
8. rimozione filamenti elettrici dai cavidotti interrati;
9. rimozione pozzetti di ispezione;
10. rimozione parti elettriche dai prefabbricati di alloggiamento dell'inverter;
11. smontaggio struttura metallica;
12. rimozione del fissaggio al suolo (sistema a vite);
13. rimozione parti elettriche dalle cabine di trasformazione;
14. rimozione manufatti prefabbricati compresa fondazione;
15. rimozione container per sistema di accumulo;
16. rimozione recinzione;
17. rimozione degli inerti dalle strade e dalle massicciate di posa delle cabine;
18. rimozione container accumulo e sottostazione utente
18. consegna materiali a ditte specializzate per lo smaltimento.

I tempi previsti per adempiere alla dismissione dell'intero impianto fotovoltaico sono stimati in circa quattro mesi.

Per quanto attiene ai principali componenti la procedura da seguire sarà:

– pannelli FV: lo smaltimento dei pannelli Fotovoltaici, montati sulle strutture metalliche precedentemente descritte, avverrà con l'obiettivo di un riciclaggio pressoché totale dei materiali impiegati. Le operazioni consisteranno nello smontaggio dei moduli e, in sede appropriata, il loro sezionamento finalizzato alle seguenti operazioni di recupero diversificato:

- recupero cornice di alluminio;
- recupero vetro;
- recupero integrale della cella di silicio;
- smaltimento delle modeste quantità di polimero di rivestimento della cella;
- Strutture di sostegno e recinzioni:
 - le strutture di sostegno dei pannelli saranno rimosse tramite smontaggio meccanico, per quanto riguarda la parte fuori terra, e tramite estrazione dal terreno dei pali di fondazione precedentemente infissi;
 - i metalli risultanti dalle dismissioni saranno inviati in apposite strutture di recupero e riciclaggio secondo quanto richiesto dalle normative vigenti;
 - non è previsto in questo caso nessun particolare intervento diretto sul suolo

(non esistono fondazioni in calcestruzzo delle strutture. Si provvederà, dopo la conclusione delle operazioni di dismissione, a dar seguito alle operazioni di coltivazione agricola (arature, erpature, ecc.) interrotte 30 anni prima;

- impianto elettrico: Le linee elettriche e gli apparati elettrici e meccanici delle cabine di trasformazione MT/BT saranno rimosse, conferendo il materiale di risulta agli impianti all'uopo deputati dalla normativa di settore. Il rame degli avvolgimenti e dei cavi elettrici e le parti metalliche saranno inviati ad aziende specializzate nel loro recupero e riciclaggio.

I cavidotti in corrugato di PVC ed i pozzetti elettrici verranno rimossi tramite scavo a sezione obbligata finalizzata al sotterramento dei medesimi, per essere nuovamente riempiti con il medesimo terreno di risulta. I manufatti recuperati verranno trattati come rifiuti ed avviati alle discariche specializzate al recepimento secondo le vigenti disposizioni normative.

- Manufatti prefabbricati e cabina di raccolte e servizi:

Per quanto attiene alla struttura prefabbricate si procederà alla loro demolizione ed allo smaltimento dei materiali presso impianti di recupero e riciclaggio inerti da demolizione (rifiuti speciali non pericolosi).

- Recinzione area:

La recinzione metallica di perimetrazione del sito, compresi i paletti di sostegno e i cancelli di accesso, sarà rimossa tramite slegatura della rete e sfilamento montanti. Il materiale di risulta sarà avviato presso le strutture di recupero e riciclaggio delle componenti metalliche.

- Viabilità interna di servizio al parco:

La pavimentazione in ghiaia di alcune strade di servizio, interne all'impianto, così come quella delle massicciate di posa delle cabine, sarà rimossa tramite scavo e successivo carico e trasporto per lo smaltimento del materiale presso impianti di recupero e riciclaggio inerti da demolizione. Tali operazioni avranno la finalità di restituire l'originario stato dei luoghi.

- Rimozione container accumulo e sottostazione utente:

La rimozione, avverrà con l'obiettivo di un riciclaggio pressoché totale dei materiali impiegati.

8.4 CONCLUSIONI

Dal punto di vista degli impatti la fase di dismissione può considerarsi assimilabile, se pur in

forma e sostanza ridotta, alla fase di cantierizzazione, e quindi di costruzione, del parco fotovoltaico già analizzata in precedenza. Da quanto sopra esposto si rileva che l'impianto costituisce una sorta di centrale di produzione di energia temporanea che, una volta terminato il proprio ciclo di vita, può facilmente riconsegnare il territorio completamente privo di effetti negativi o pregiudizievoli di qualsiasi sorta, anche nel breve periodo, poiché la stessa area attualmente utilizzata a scopi agricoli potrà essere immediatamente riconvertita alla originaria destinazione senza necessità di bonifiche in quanto non soggetta per l'intero ciclo vitale dell'impianto a fattori inquinanti di alcun genere e di effetti secondari sul suolo.